

CATASTROFI E RESIDUI



L'UTILIZZO DEI RESIDUI PER LA RICOSTRUZIONE

Sviluppo di un approccio per lo sfruttamento dei residui derivanti da una catastrofe come riempimento di strutture in gabbioni metallici per la ricostituzione del patrimonio edilizio.



**POLITECNICO
DI TORINO**

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN ARCHITETTURA PER IL
PROGETTO SOSTENIBILE

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

CATASTROFI E RESIDUI

CANDIDATO

SIMONE MORA

RELATORE

ROBERTO GIORDANO

INDICE

	001	Abstract
PARTE PRIMA: CATASTROFI E RESIDUI	004	Il disastro chiamato rifiuti la percezione del rifiuto la società dello scarto architettura e residui
	018	Catastrofi, società e ambiente un impatto a livello della società catastrofe naturale, catastrofe antropica
	022	I residui immateriali non tutto è tangibile ricostruzione e comunità autocostruzione
	028	I residui materiali la gestione dei residui il recupero dei materiali
PARTE SECONDA: APPROCCI	042	Una ricostruzione sostenibile disastri e opportunità
	044	Catastrofi e circolarità cosa è l'economia circolare? materia prima, materia permanente prodotto vs. edificio economia circolare e architettura di emergenza
	054	Materiali adattivi, ricostruzione resiliente cosa è la resilienza? resilienza a partire dai materiali resilienza e circolarità
	060	Disaster relief architecture architettura di emergenza la gestione del recupero

**PARTE TERZA:
PROPOSTE**

- 070 I gabbioni metallici
murature in gabbioni
gabbioni e architettura
- 082 Best practise: gabbioni, residui e ricostruzione
architettura e struttura
una (ri)costruzione a partire dai residui
un approccio crossover
- 090 Linee guida per un piano sostenibile
definizione del tipo di catastrofe
individuazione del contesto su cui intervenire
pianificazione strategica degli interventi
valutazione delle tecnologie da adottare
integrazione fra progetto e comunità
predisposizione della filiera di recupero
- 100 How to: Costruzione di un edificio in gabbioni
fase uno: fondazioni
fase due: solaio controterra
fase tre: murature
fase quattro: coperture
fase cinque: rivestimenti
- 116 Evoluzione di un edificio in gabbioni
rifugio di emergenza
residenza temporanea
residenza permanente
impianti e tecnologie
- 127 Conclusioni
- 129 Bibliografia
- 131 Sitografia

ABSTRACT

COME È POSSIBILE RISOLVERE IL PROBLEMA DEI RIFIUTI PRODOTTI DA UNA CATASTROFE ATTUANDO UN PIANO DI RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE?

In un luogo colpito da una catastrofe improvvisamente accade qualcosa di speciale, in quegli istanti la terra si riappropria di ciò che è suo, e nel fare questo, si prende non solo quello che originariamente le apparteneva, ma anche tutto quello che il tempo e gli avvenimenti hanno portato in quel luogo. E così un terremoto abbatte una casa, un'alluvione inghiotte una strada e magari un tifone porta via quello che negli anni è diventato un sobborgo.

Così facendo, questo tentativo di ritorno alla natura si concretizza in un insieme confuso e indivisibile di ciò che c'era prima e di quello che è venuto dopo. Da quel momento si ritorna ad un punto zero, dove tutto è naturale e dove tutto fa parte della terra.

Ricostruire con il minimo impatto sull'ambiente significa ricominciare con il piede giusto, andando nella stessa direzione della catastrofe, senza cercare di annullarla. Nonostante gli

sforzi, non è più possibile tornare indietro, ma è solo possibile andare avanti; la cosa fondamentale è capire come. Costruire con i materiali locali è un imperativo della costruzione sostenibile fin dalla nascita di questo concetto, ma è in questi luoghi colpiti da catastrofi che la potenzialità è al suo massimo: la disponibilità in questi casi non si limita ai materiali autoctoni, come la terra, le pietre e il legno degli alberi, ma si estende al cumulo eterogeneo di materiali alloctoni che sono stati resi (in)disponibili dalla catastrofe. Sulla superficie del terreno è così possibile trovare mattoni, travi profilate, macerie di calcestruzzo armato e in generale quelli che, sbagliando, si chiamano rifiuti da demolizione. Tradizionalmente queste macerie vengono allontanate dal luogo colpito dalla catastrofe per essere avviate, con tutte le difficoltà del caso, a processi di selezione e divisione delle materie prime, con risultati non sempre soddisfacenti. Lo scopo di questa tesi è proporre un utilizzo più ragionato di questi materiali, per sfruttarli nella maniera più responsabile e sostenibile, focalizzandosi sullo sviluppo di un approccio per l'utilizzo dei residui di una catastrofe come riempimento di strutture in gabbioni metallici per la ricostituzione del patrimonio edilizio.

PARTE PRIMA: CATASTROFI E RESIDUI

COSA DEFINISCE UN EVENTO COME
CATASTROFE? PERCHÉ PRODUCE DEI RESIDUI
E PERCHÉ LA SOCIETÀ LI PERCEPISCE COME
TALI? QUALE È LA DIFFERENZA FRA I RESIDUI
MATERIALI E QUELLI IMMATERIALI?





Jim Kazanjian, *Untitled (Folly)*

IL DISASTRO CHIAMATO RIFIUTI

Che importanza viene data al
problema dei rifiuti?

Da dove viene questa
repulsione nei loro confronti?

CATASTROFI, SOCIETÀ E AMBIENTE

Cosa definisce un evento
come una catastrofe?

Che ruolo ha l'uomo in
queste dinamiche?

I RESIDUI IMMATERIALI

Cosa sono i residui immateriali
di una catastrofe? Quali sono le
opzioni attuabili dall'architettura
per alleviarne i sintomi?

I RESIDUI MATERIALI

Come si recuperano i residui
materiali di una catastrofe?
Che tipo di processi è necessario
applicare per dargli nuova vita?

IL DISASTRO CHIAMATO RIFIUTI

CHE IMPORTANZA VIENE DATA AL PROBLEMA
DEI RIFIUTI? DA DOVE VIENE QUESTA
REPULSIONE NEI LORO CONFRONTI?

LA PERCEZIONE DEL RIFIUTO

Gli esseri umani producono rifiuti sin dalla loro comparsa sulla Terra: ogni attività, originariamente mirata alla sopravvivenza e con il passare dei millenni focalizzata verso obiettivi sempre più complessi, è indissolubilmente legata alla generazione di un sottoprodotto di scarto. Niente di diverso rispetto ad ogni creatura vivente ed effettivamente neanche rispetto ad ogni reazione chimica o fisica. Questa affermazione contraddistinta da una banalità così lampante, in realtà nasconde un significato recondito, una verità

che ci contraddistingue dagli altri esseri viventi. La caratteristica capacità degli esseri umani infatti non è quella di produrre elementi secondari, quanto quella di riconoscerli come rifiuti. Fin dalle prime popolazioni, l'istinto è sempre stato quello di allontanarsi da questi elementi esausti, da questa materia senza una potenzialità d'uso. L'antica popolazione Maya, situata nel centro America, per esempio aveva adottato l'usanza di confinare i rifiuti prodotti dagli insediamenti abitativi in zone esterne ben definite e riconoscibili. Quando necessario poi, questi rifiuti venivano bruciati e ricoperti

con uno strato di terra.

Lo sviluppo della composizione e del trattamento dei rifiuti nella storia è strettamente collegato all'evoluzione degli accampamenti umani in conglomerati urbani più complessi. In un primo tentativo di controllo dei rifiuti l'antica civiltà greca ha organizzato veri e propri centri di raccolta esterni e lontani dalle città. In questo caso il fattore della lontananza esula dalla ricerca di condizioni igieniche, ma rientra in un'ottica difensiva, per evitare che i cumuli compatti degli scarti urbani potessero essere usati come vie d'accesso sopraelevate per oltrepassare le



Kelly Jazvak, *Plastiglomerate*

mura difensive delle città. Un ulteriore passo in avanti nell'ambito del controllo di rifiuti è da attribuire all'Impero Romano per l'introduzione di vere e proprie leggi che diedero vita ad un iter normato per il trattamento degli scarti prodotti nei conglomerati urbani. Nel Medioevo in controtendenza, l'interesse verso i rifiuti diminuisce: le scorie, deiezioni comprese, venivano semplicemente gettate dalle finestre con la giustificazione che sarebbero state mangiate, e quindi smaltite, dagli animali. La grande quantità di rifiuti per le strade ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo di

malattie a carico degli esseri umani, tanto che la peste, il colera e il tifo hanno decimato drammaticamente la popolazione europea e influenzato l'assetto politico di tutta l'Europa.

Originariamente i rifiuti erano composti principalmente da materiale di natura organica. Non solo gli scarti di cibo, ma anche i vestiti e gli arredi erano composti da materie prime vegetali o animali, basti pensare agli indumenti in lino e alle calzature in cuoio e legno. Per questo motivo il confinamento al di fuori della città, il sotterramento e in alcuni casi l'incenerimento di queste

materie non costituiva un problema dal grande impatto ambientale,

**LA PECULIARE
CAPACITÀ DEGLI
ESSERI UMANI
NON È QUELLA DI
PRODURRE ELEMENTI
SECONDARI DI
SCARTO, QUANTO
QUELLA DI
RICONOSCERLI COME
RIFIUTI E DI CERCARE
ISTINTIVAMENTE
DI ALLONTANARSI
DA ESSI.**

6 / CATASTROFI E RESIDUI



Kelly Jazvak, *Plastiglomerate*

ma al contrario, se fatto con una certa consapevolezza, aveva la potenzialità di ridare fertilità ai terreni impoveriti.

A partire dalla rivoluzione industriale questo trend è stato completamente ribaltato: mentre i rifiuti organici diminuivano costantemente, i dannosi e sconosciuti rifiuti industriali aumentavano in modo esponenziale, così come i pericoli per la salute di chi viveva nelle città. Centocinquanta anni dopo, alla fine del XX secolo, la gestione dei rifiuti viene considerata il problema principale delle città industrializzate. Nonostante

questo allarme dovuto alla sovrappopolazione e alla sovrapproduzione dei conglomerati urbani principali, i pericoli dovuti dalla nuova categoria dei rifiuti industriali continua ad essere poco percepita e spesso sminuita in quanto sebbene gli effetti a breve termine delle sostanze nocive fossero ormai discretamente noti, quelli a lungo termine dovevano ancora uscire allo scoperto. A rincarare la dose si inserisce anche la soluzione maggiormente adottata per lo stoccaggio dei rifiuti, ossia la discarica aperta, la quale accoglieva indistintamente sia i rifiuti urbani che i sottoprodotti industriali.

Negli anni settanta e ottanta l'opinione pubblica assiste ad un enorme cambiamento riguardo ai sistemi di gestione dei rifiuti. In questo periodo, a pari passo con la crescita delle centrali

CON LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE LA COMPOSIZIONE PRETTAMENTE NATURALE DEI RIFIUTI È STATA RIBALTATA: MENTRE I RIFIUTI ORGANICI DIMINUIVANO,



I DANNOSI E SCONOSCIUTI RIFIUTI INDUSTRIALI AUMENTAVANO IN MODO ESPONENZIALE, COSÌ COME I PERICOLI PER LA SALUTE DI CHI VIVEVA NELLE CITTÀ.

termoelettriche alimentate con combustibile nucleare, nasce la preoccupazione generale riguardo al trattamento delle scorie prodotte e alla contaminazione degli altri rifiuti e dell'ambiente. Per la

prima volta e con delle azioni che partono dalla popolazione, viene richiesta la chiusura degli impianti di raccolta esistenti a favore di sistemi controllati in grado di prevenire la contaminazione delle acque sotterranee e dell'ambiente circostante. Gli anni ottanta e novanta hanno visto la nascita dei primi veri programmi di recupero nel mondo industrializzato: queste nuove attività portano alla nascita di un nuovo mercato per i prodotti riciclati. A questo punto i rifiuti, quantomeno per le aziende, non sono più visti come una mera sostanza di scarto, indesiderata e inutile, ma finalmente come una risorsa di materiale ad un costo estremamente contenuto.

LA SOCIETÀ DELLO SCARTO

Al giorno d'oggi, in totale controtendenza, la comodità dei sistemi di raccolta offerti dalle città ha creato un fenomeno noto come la "società dello scarto", chiamata anche mentalità del "take-make-waste". Infatti, sebbene la maggior parte delle nazioni industrializzate disponga di centri di raccolta ben organizzati, il problema si sta spostando velocemente dalla

qualità dei rifiuti, al volume degli scarti prodotti. Questo fenomeno può trovare una spiegazione nel fatto che liberarsi di un rifiuto è diventato estremamente facile, così la tendenza si è spostata da un'attenzione alla produzione degli scarti, al consumo spropositato di beni. Nella lunghissima serie di meccanismi che hanno portato alla suddetta "società dello scarto", quello che in particolare pone degli interessanti punti di riflessione è sintetizzabile in una sola parola: monouso. In inglese questo termine che individua la propensione a costruire oggetti dalla vita molto breve è "disposable" che letteralmente significa "non indispensabile", "oggetto di cui si può fare a meno". Nonostante questo nome, alla loro prima apparizione gli oggetti monouso sono stati veicolo di igiene e di progresso nella società, basti pensare agli assorbenti, che hanno consentito un decisivo incremento dell'emancipazione femminile o ai bicchieri di carta, i quali a partire dal 1908 hanno contribuito sensibilmente a debellare la tubercolosi, a quei tempi estremamente diffusa, tanto da meritarsi l'appellativo di "health cup" o, meglio detta, "tazza della salute".

8 / CATASTROFI E RESIDUI

Questo concetto dal grande valore innovativo, che tuttora in alcuni campi è praticamente irrinunciabile

**PIÙ DI OGNI ALTRA
COSA L'USA E GETTA
È DIVENTATO UNO
STILE DI VITA AL
PUNTO DA DIVENTARE
UN CARATTERE
FONDATIVO
DELLA SOCIETÀ
CONTEMPORANEA.**

(basti pensare ad alcune attrezzature mediche), allo stesso tempo e più di qualsiasi altra cosa,

è entrato nello stile di vita delle persone, tanto da essere diventato una caratteristica fondamentale della società contemporanea. A questo punto parlare unicamente di oggetti di uso comune non è sufficiente in quanto l'usa e getta è diventato una visione del mondo che prende vita nell'influenzare e distorcere la percezione dei bisogni umani. Negli ultimi decenni questo circolo vizioso che si basa sul falso mito della crescita infinita ha portato ad un aumento esponenziale del fenomeno, portando con sé una serie di conseguenze estremamente gravi dal punto di vista ambientale: la vittoria del "non indispensabile"

ha trasformato l'incredibile potenzialità dell'usa e getta in una mera branca del consumismo tanto da essere applicata anche a quegli oggetti che sono nati per durare, solo perché non sono nuovi, perché non seguono una moda o perché ormai ne è disponibile la versione aggiornata.

Ricondurre la vita degli oggetti e dei materiali, sottraendoli ad un sistema consumistico senza limiti, all'interno di un equilibrio ecologico sempre più irrinunciabile, introduce, in contrapposizione alla linearità dell'usa e getta, il concetto di complessità. Per pensare in questi



Kelly Jazvak, *Plastiglomerate*

termini è necessario considerare che ogni azione, anche la meno rilevante, può avere effetti imprevisti sull'ambiente. Finora l'opinione pubblica non si è curata particolarmente di questo aspetto, tanto che anche nel piccolo quotidiano di molte persone, l'abbandono di un mozzicone di sigaretta o di una busta di plastica nell'ambiente non sono azioni che meritano particolare scrupolo o attenzione. La complessità entra in gioco proprio per ampliare il campo d'analisi e riuscire a considerare che l'impatto degli esseri umani sull'ambiente è pari non alla persona singola, ma ad un gruppo omogeneo composto da

più di sette miliardi di persone.

Allo stesso tempo, l'ostilità umana ad una società sostenibile è rintracciabile in un grande malinteso: uno stile di vita ecologico, infatti, non implica ad una rinuncia. Questa visione privativa svolge un ruolo fondamentale nel percepire questa "rivoluzione sostenibile" come a qualcosa che possa potenzialmente mirare alla qualità di vita delle persone (ovviamente in peggio). È possibile affermare che un trattamento consapevole dei rifiuti non implichi in alcun modo alla rinuncia all'acquisto, ad esempio riutilizzando beni esclusivamente di seconda mano o magari trovati in discarica, ne tantomeno ci vincola nella scelta incondizionata di oggetti che non rispecchiano in nostri gusti o le nostre necessità.

Tutta questa questione, dopo aver parlato di complessità nell'approccio ad un modo di vivere sostenibile, è estremamente semplice. Condurre uno stile di vita in equilibrio ecologico non significa adattarsi ad un cambiamento che sopprime il proprio stile di vita, ma significa essere consapevoli, imparare a scegliere e, a livello produttivo, significa saper ottenere

risultati migliori con l'utilizzo di meno energie e materie prime (o di materiali da riciclo). Questa consapevolezza si fa carico dell'eliminazione dei rifiuti, non incenerendoli o gettandoli nelle

CONDURRE UNO STILE DI VITA IN EQUILIBRIO ECOLOGICO NON SIGNIFICA ADATTARSI AD UN CAMBIAMENTO CHE SOPPRIME IL PROPRIO STILE DI VITA, MA SIGNIFICA ESSERE CONSAPEVOLI, IMPARARE A SCEGLIERE E, A LIVELLO PRODUTTIVO, SIGNIFICA SAPER OTTENERE RISULTATI MIGLIORI CON L'UTILIZZO DI MENO ENERGIE E MATERIE PRIME.

discariche, ma trasformandoli in nuovi oggetti dotati di senso e in grado di durare nel tempo, alla ricerca di un prodotto in grado di generare un rifiuto in un lasso di tempo estremamente allungato.



10 / CATASTROFI E RESIDUI

ARCHITETTURA E RESIDUI

Parlando di rifiuti, il settore che storicamente svetta fra i maggiori produttori di materiale di scarto è proprio quello dell'edilizia. Analizzando il rapporto fra architettura e i suoi residui, è possibile creare una divisione ben distinta in tre macro periodi storici i quali forniscono interpretazioni molto diverse e distinte di uno stesso inscindibile rapporto. Come si potrà vedere, non sempre questo legame ha avuto accezioni negative e non sempre il controllo degli scarti è stato un tema di fondamentale importanza; questo succedeva per esempio nell'antichità quando la fase di costruzione prevedeva quando possibile il semplice riuso delle componenti edilizie di scarto, senza particolari rimorsi o nostalgie storiche. Successivamente, si parla di modernità quando il rapporto si incrina al punto tale che l'architettura ha avuto una presa di posizione molto rigida per quanto riguarda le condizioni di salubrità e di isolamento dei rifiuti, tanto da pretenderne il controllo totale. Infine, la contemporaneità ribalta il legame fra architettura e residui, contraddistinguendosi

con un rimando fondamentale e diretto allo spreco e all'uso sconsiderato delle risorse, tanto da conferire alle città l'appellativo di miniere urbane.

antichità e spolia

La prima e più antica declinazione del binomio fra architettura e rifiuti nasce con i grandi imperi della storia dell'umanità, i quali, nonostante le loro dimensioni, avevano ancora delle caratteristiche tali da avere un impatto infinitesimale sulla terra. Questi riuscivano a gestire i rifiuti in maniera dignitosa non tanto per la quantità di rifiuti prodotti, ma come visto in precedenza, per la composizione prettamente organica di questi, la quale permetteva il riassorbimento diretto nella natura per mezzo dell'attività agricola. Inoltre, quelli che oggi definiremmo "beni di consumo" erano, nonostante una certa artigianalità, fatti per durare nel tempo e la manutenzione, spesso applicata per necessità, permetteva di prolungarne il ciclo di vita.

A livello architettonico i rifiuti prodotti dalla demolizione degli edifici, sebbene di origine naturale, non erano sicuramente organici,



quindi il loro trattamento ha seguito già a partire dall'antichità, delle dinamiche diverse rispetto ai rifiuti solidi urbani. Le pratiche di smaltimento dei rifiuti dell'architettura sono strettamente legate alle dinamiche politiche e ai progressi tecnologici "acerbi" con i quali le popolazioni antiche convivevano, e allo stesso tempo sono giustificate da un'abbondanza di forza lavoro legata ad una forte difficoltà nel reperire le materie prime vergini. È così che fin dai tempi degli antichi Egizi, culminando nell'Impero Romano, la pratica dello spoglio diventava un metodo facile ed economico per recuperare gli edifici in disuso.



Sigve Arntzen, Colosseum

Considerata da un punto di vista contemporaneo, è difficile riuscire a percepire questa pratica come un rapporto stretto fra rifiuto e architettura, piuttosto che come un brutale annullamento della storia. Per comprendere, però, è necessario considerare che ciclicamente, come per esempio durante la conversione delle chiese bizantine in chiese cristiane per opera dei romani, si instaurava una mentalità per la quale gli edifici vecchi e dismessi non avessero alcun valore storico e artistico intrinseco. Ciò che restava era un volume vuoto che doveva essere smaltito nel modo più efficiente possibile. La *spolia* degli edifici

quindi era vista come la pratica molto efficace di smontare - o per utilizzare un termine dell'economia circolare, decostruire - gli elementi e di incorporarli in un nuovo sistema, estendendo il ciclo di vita della loro funzione originaria. Questa usanza risolveva in maniera egregia il problema dei rifiuti di demolizione e garantiva un forte risparmio sulle maestranze e sui materiali difficili da cavare o molto costosi.

Un esempio particolarmente famoso del fenomeno di *spolia* è il Colosseo, il quale dopo una serie di terremoti e incendi, ormai in totale rovina, viene abbandonato.

**PARLANDO
DEL RAPPORTO
FRA RIFIUTI E
ARCHITETTURA
È POSSIBILE
INCONTRARE STRADE
DIVERGENTI CHE
SI TROVANO SU
PIANI TEMPORALI
NON SEMPRE
COMUNICANTI,
INTERPRETAZIONI
DIVERSE DI UNO
STESSO INSCINDIBILE
RAPPORTO.**

12 / CATASTROFI E RESIDUI

A partire da quel momento, l'Anfiteatro Flavio, il più grande anfiteatro del mondo, sede dei giochi e dei combattimenti della Roma Antica cadde in completo disuso e divenne una vera e propria cava di travertino, materiale che venne usato per costruire vari edifici romani come Palazzo Venezia, Palazzo della Cancelleria e Palazzo Barberini.

**NEL PASSATO,
GLI EDIFICI CHE
OGGI A RAGIONE
CONSIDERIAMO
"MONUMENTI",
VENIVANO
CONSIDERATI
COME DELLE VERE
E PROPRIE "CAVE"
PER L'APPROVVIGIONAMENTO DI
MATERIALI PRONTI
ALL'USO¹.**

Un detto famoso che faceva parte di una descrizione del "saccheggio" del Colosseo dice: "*Quod non fecerunt Barbari, fecerunt Barberini*", ossia "Ciò che non fecero i barbari, fecero i Barberini".

Un aspetto molto interessante del recupero edilizio dell'antichità, in particolare di quello romano, è che non solo le componenti edilizie in buono stato venivano recuperate, ma una volta terminate, quello che restava veniva utilizzato per la creazione di opere secondarie (ma successivamente di vere e proprie opere d'architettura), impastato nella creazione dell'*opus caementicium*.

Per mezzo del riscaldamento della pietra calcarea ad alte temperature veniva prodotta la calce viva, la quale veniva poi spenta con acqua e additivata con della cenere pozzolanica. Questo impasto veniva poi amalgamato con gli inerti recuperati (principalmente granulato di tufo, il materiale da costruzione principale nella Roma Antica), e utilizzato per la creazione di svariati manufatti, a partire dalle fondazioni, murature portanti e persino le cupole, fra cui quella del Pantheon, che con i suoi 43,30 metri di diametro, tutt'oggi svetta sulle nostre teste detenendo il primato che la attesta come la cupola in calcestruzzo non armato più grande mai costruita.

Questi esempi dimostrano come, nel corso dei secoli, la pratica dello spoglio sia diventata una fase più

che ben consolidata all'interno dei processi di progetto e di costruzione, strettamente legata ai progressi tecnologici e alla cultura della società che l'ha adottata.

modernità e controllo

Il problema dei rifiuti e la storia dell'architettura sembrano essersi intrecciati seguendo delle dinamiche differenti a partire dal XX secolo, quando gli architetti hanno iniziato a reagire in modo diretto alle condizioni di sporco e di mancanza di igiene derivanti dalla carente gestione dei rifiuti nelle città europee di quell'epoca.



Mentre gli antichi vedevano le potenzialità del dare una nuova vita ai rifiuti, con la modernità la collettività ha iniziato a percepire gli scarti come qualcosa di superfluo, inutile e sporco da cui mantenere una debita distanza. Gli architetti moderni - i quali si riuniscono attorno a figure chiave come Le Corbusier, il gruppo olandese De Stijl o i protagonisti del Bauhaus - hanno iniziato a dedicarsi, secondo diverse declinazioni, alla razionalizzazione, all'ottimizzazione e alla pulizia degli spazi e dei materiali, come punti cardine del progetto moderno di una nuova società razionale. Il filo conduttore vedeva agire l'ambiente

costruito come una "macchina di guarigione" contro le malattie derivanti dalle condizioni poco igieniche che da anni ormai erano diventate l'elemento caratterizzante della società. Emblematica in questo periodo è la figura architettonica del sanatorio: *lo scopo primario dell'edificio è di funzionare come uno strumento medico. Uno dei requisiti di base per guarire è quello di offrire una pace completa. Il disegno delle stanze è definito in base alle forze limitate del paziente, sdraiato a letto. Il colore del soffitto è scelto per dare tranquillità, le fonti di luce sono al di fuori del campo visivo del paziente, il riscaldamento*

*è orientato verso i suoi piedi e l'acqua esce dai rubinetti senza fare rumore, per far sì che nessun disturbi il proprio vicino*². È proprio su queste linee guida che Alvar Aalto e la moglie Aino progettano il Sanatorio di Paimio, un edificio ospedaliero sito lontano dall'inquinamento della città che fa propri gli ideali moderni e mette al centro della progettazione l'uomo, l'igiene e la guarigione.

Oltre che al singolo edificio, l'attenzione in questo periodo compie un salto di scala e si rivolge anche alla città. La ricerca di controllo che si evince dai progetti urbanistici moderni è



Le Corbusier, Unité d'habitation



Márton Mogyorósy, *Barcelona from above*

tuttora visibile in modo limpido nella forma delle città del presente. L'ideologia che ne sta alla base è che il controllo minuzioso della città potesse avere dei risvolti nella salute e nel benessere della vita dei cittadini, se non che una migliore gestione dei rifiuti e un taglio netto all'inquinamento. Questa ricerca spasmodica di funzionalizzare lo spazio attribuendogli un senso e una gerarchia ha dato vita allo strumento urbanistico della zonizzazione, per la quale i quartieri della città vengono divisi in modo estremamente omogeneo in base alla loro funzione. In Italia queste ideologie si realizzano attraverso il decreto

1444/1968, il quale integra la cosiddetta Legge Ponte (765/1967) dell'anno precedente attraverso l'introduzione della divisione del territorio nelle cosiddette zone omogenee, le quali vengono determinate sulla base della funzione principale che si svolge al loro interno. In un'ottica razionalista il territorio viene reinterpretato in modo semplificato attraverso la scomposizione: la città per la prima volta viene concepita come un insieme di realtà più semplici interconnesse tra di loro, in totale contrasto al "disordine", alla spontaneità e all'estrema complessità della città tradizionale e dei centri storici che

continuano a coesistere. Nello specifico, il decreto individua sei differenti zone territoriali con la denominazione A: centro storico,

**IN TUTTI I COMUNI,
AI FINI DELLA
FORMAZIONE DI
NUOVI STRUMENTI
URBANISTICI O DELLA
REVISIONE DI QUELLI
ESISTENTI, DEBBONO
ESSERE OSSERVATI
LIMITI INDEROGABILI
DI DENSITÀ EDILIZIA,
DI ALTEZZA, DI**



**DISTANZA TRA I
FABBRICATI, NONCHÉ
RAPPORTI MASSIMI
TRA SPAZI DESTINATI
AGLI INSEDIAMENTI
RESIDENZIALI E
PRODUTTIVI E
SPAZI PUBBLICI
O RISERVATI ALLE
ATTIVITÀ COLLETTIVE,
A VERDE, PUBBLICO
O A PARCHEGGI³.**

B: zona di completamento, C:
zona residenziale di espansione,
D: zona industriale, E: zona agricola,

F: attrezzature collettive; le quali si articolano accogliendo, con diverse modalità e predilezioni, le funzioni industriali, produttive, residenziali, commerciali e pubbliche.

Ciò che gli architetti moderni non avevano considerato è che in questi quartieri l'unità funzionale crea un vincolo molto rigido nella capacità di resilienza e adattamento delle città, le quali si rendono necessarie con il progredire della società. Infatti, il punto debole principale di queste zone territoriali omogenee è che una loro interpretazione "standardizzata", ossia meramente numerica e burocratica, non porta a dei reali vantaggi allo sviluppo della città in quanto il semplice rispetto di una condizione prescritta non è sufficiente per la creazione di un piano realmente funzionante dal punto di vista qualitativo.

contemporaneità e spreco

Sebbene con un gusto estetico diverso, ancora oggi i progetti di architettura si trovano in una condizione che segue una strategia simile all'architettura moderna: i rifiuti devono essere allontanati e devono esistere delle barriere ben definite per separare gli esseri umani dai propri scarti.

Ovviamente questa provocazione non ha nessuna volontà di negare i progressi dell'architettura nel campo della sanità e del benessere, ma i confini che derivano da questa divisione così categorica sono gli stessi che ancora oggi, secondo una mentalità troppo limitante, continuano a caratterizzare i rifiuti con un'accezione estremamente negativa che ne limita gravemente la potenzialità di riuso e di riciclo. L'architettura contemporanea dovrebbe avere come primo obiettivo non solo quello di diventare sostenibile dal punto di vista ambientale, ma soprattutto lavorare sulla consapevolezza delle persone comunicando attraverso le sue forme e i suoi materiali che i rifiuti non sono solo sporchi e male odoranti, ma sono anche la materia prima delle generazioni future, una parte integrante della progettazione architettonica.

Se da una parte per gli antichi lo spreco non era contemplabile a causa della difficoltà tecnologica nel reperire le materie prime necessarie allo sfarzo architettonico tipico di quei tempi, oggi d'altro canto il trend si è completamente ribaltato a favore di un'ottica consumistica che adagiata sugli allori dell'obsoleto "progresso

16 / CATASTROFI E RESIDUI

tecnologico" la soluzione alla necessità costante di materie prime. A partire dalla rivoluzione industriale il concetto di crescita lineare è sempre stato una parte fondamentale nella costruzione delle città e per molti anni i problemi collegati a questo approccio non si sono presentati, o quantomeno sono stati magistralmente ignorati. Fino a metà degli anni '70 infatti le materie prime erano ancora considerate illimitate e il conferimento in discarica dei materiali di scarto era un aspetto secondario e marginalmente rilevante. Tuttavia, a partire da questo momento storico, il quale

coincide con una grave crisi energetica, inizia progressivamente a crescere la consapevolezza

**LA SOCIETÀ
CONTEMPORANEA
È CARATTERIZZATA
DA UNA FORTE
COMPONENTE
CONSUMISTA E
L'ARCHITETTURA
CHE NE DERIVA
NE CONDIVIDE I
CARATTERI.
IN ITALIA GLI SCARTI
DERIVATI DALLA**

**DEMOLIZIONE
DEGLI EDIFICI
SONO SUPERIORI
AL 40% DELLA
PRODUZIONE TOTALE
DI RIFIUTI SPECIALI
E RAGGIUNGONO
UN AMMONTARE DI
PIÙ DI 42 MILIONI
DI TONNELLATE
ALL'ANNO⁴.**

del fatto che le risorse inizino a scarseggiare seguendo un circolo vizioso secondo cui all'aumentare della richiesta di materie prime



Piet Farlakes, Senza Titolo

vergini, diminuiscono le risorse naturali e così l'offerta non è più in grado di soddisfare la domanda, costituendo in questo modo un collasso del sistema.

L'evidenza di questo percorso così poco lungimirante si può ritrovare in un concetto relativamente recente, le "miniere urbane". L'aumento della popolazione e la crescita incontrollata delle città ha portato ad un accumulo di materia nei centri urbani tale da avere una maggiore concentrazione di materie prime nei luoghi antropizzati rispetto che nei siti naturali di estrazione. Per esempio, il rame oggi è presente in quantità nettamente superiori

negli edifici rispetto che nel resto della superficie terrestre. Nonostante questa ricca fonte di materie prime incorporate nel tessuto urbano, in Italia gli scarti derivati dalla demolizione degli edifici sono superiori al 40% della produzione totale di rifiuti speciali e raggiungono un ammontare di più di 42 milioni di tonnellate all'anno⁴. Questi dati allarmanti sono dovuti al fatto che fin dall'origine gli edifici sono stati costruiti senza che nessuno - né committenti, né progettisti, né amministrazioni - si sia ma il posto il problema di come sbarazzarsi di quel volume eterogeneo di materia una volta concluso il suo ciclo funzionale. A conseguenza diretta di questo atteggiamento poco lungimirante le attività di demolizione degli edifici in Italia non prevedono un particolare impegno nel selezione delle diverse tipologie di rifiuto direttamente in cantiere. Solo nelle demolizioni in grande scala, che comunque non superano il 10% del totale della produzione di rifiuti speciali, è possibile riscontrare una tendenza alla separazione fra rifiuti pericolosi, ferrosi e legnosi, ma poco viene fatto per la restante parte. Il restante 90% degli scarti di demolizione deriva da attività di micro demolizione⁵,

ossia tutte quelle operazioni di ristrutturazione delle singole unità immobiliari che producono scarti difficili da distinguere, sia per una questione logistica nel predisporre un iter di separazione efficace sulla piccola scala dell'intervento, sia per la difficoltà delle autorità nel predisporre delle verifiche opportune sul corretto smaltimento delle varie componenti.

La Direttiva 2008/98/CE, all'articolo 11, stabilisce che l'obiettivo per la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e gli altri tipi di recupero di materiale dei i rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi deve essere pari ad almeno il 70% in peso della quantità totale generata. Sebbene secondo l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) questa soglia sia stata raggiunta dall'Italia già a partire dal 2011, è necessario considerare che nel caso dei rifiuti da costruzione e demolizione, come già detto in precedenza, la separazione, così come la quantificazione è particolarmente difficoltosa: i dati ufficiali di produzione dei rifiuti sono infatti solo stimati ed è ipotizzabile che esistano ancora oggi pratiche illecite di smaltimento.





CATASTROFI, SOCIETÀ E AMBIENTE

**COSA DEFINISCE UN EVENTO COME UNA
CATASTROFE? CHE RUOLO HA L'UOMO
IN QUESTE DINAMICHE?**

Catastrofe¹ e disastro² sono i termini che maggiormente negli anni sono stati dibattuti alla ricerca del loro significato più puro, nel tentativo di definire con precisione quali siano le condizioni chiave per distinguere il pool eterogeneo di fenomeni molto diversi fra loro che implicano degli sconvolgimenti degli equilibri della crosta terrestre e individuare fra questi i veri e propri eventi catastrofici. Indipendentemente dalla loro matrice naturale o antropica, queste espressioni violente dell'ambiente hanno un grande epilogo in comune, ossia un'incontrollabile e improvvisa produzione di residui, i quali devono essere processati alla

ricerca di un nuovo equilibrio.

UN IMPATTO A LIVELLO DELLA SOCIETÀ

Ancora oggi non esiste un accordo unanime su quali siano in generale gli eventi che rientrano nella categoria "disastro", tuttavia la discriminante in grado di definire un evento specifico come catastrofe è stata trovata ed è universalmente applicabile: se da un canto l'entità, i caratteri e la durata degli eventi sono fondamentali sul piano operativo per agevolare la tempestività e l'adeguatezza dei soccorsi, sul piano discriminatorio non hanno nessun valore in quanto



U.S. Pacific Fleet, 110313-N-SB672-164

in alcuni casi gli eventi possono essere "acuti", ad inizio repentino, e in altri casi "cronici", ad inizio lento con degli effetti che possono presentarsi anche dopo anni. Esistono degli eventi estremamente violenti che non hanno delle ripercussioni particolarmente negative e al contrario degli eventi totalmente silenti, quasi invisibili, che invece hanno risvolti negativi; possono procurare morti, feriti o in altri casi unicamente danni economici o altresì materiali. Fondamentalmente ciò che tramuta, dal punto di vista concettuale, un evento in un disastro ambientale è l'impatto sulla società: *questo significa l'alterazione dei sistemi*

*di informazione, di circolazione di persone e di beni, di produzione e di consumo di energia, di distribuzione di acqua e alimenti, di smaltimento di rifiuti, di mantenimento dell'ordine pubblico e della sicurezza sociale, di organizzazione delle cure mediche, di gestione delle salme*³.

Questa discriminante che pone al centro l'uomo e l'abilità della società di fronteggiare un problema, apre la strada ad un concetto di estrema importanza, la relatività: la grandezza di una catastrofe infatti non è assoluta, ma si misura in relazione alla capacità di resilienza di una

comunità. Questa caratteristica spiega in modo facilmente intuibile come situazioni simili abbiano impatti diametralmente opposti in diverse zone del mondo: lo stesso magnitudo di un terremoto, ad esempio, ha conseguenze diverse nelle zone rurali italiane e nelle metropoli giapponesi, o una nevicata piega una città mediterranea ma non una periferia settentrionale. In questi casi viene sviluppata la cosiddetta cultura del disastro, ossia un certo tipo di adattamento alla base della società che permette di poter affrontare con semplicità ed organizzazione gli eventi disastrosi tipici di quel luogo.

20 / CATASTROFI E RESIDUI

DISASTRO NATURALE, DISASTRO ANTROPICO

Vista questa centralità dell'uomo e l'unità di misura relativa che viene presa, la distinzione fra i disastri naturali e quelli antropici diventa molto sottile, in quanto, indipendentemente dalla provenienza, gli effetti vengono ripartiti fra gli esseri umani e le loro attività.

Non solo vittime ma anche carnefici: se da un canto gli effetti catastrofici si ripercuotono sulla società, allo stesso tempo gli stessi uomini, con le loro attività, sono le cause dei cambiamenti climatici (a

larga scala) e delle progettazioni carenti (a scala locale) che triggerano questi eventi.

L'uomo infatti, ha sempre percepito il rapporto con l'ambiente in modo molto scontato, e fino a relativamente non molto tempo fa era convinto di essere un attore indisturbato, situato in un ecosistema in grado di tornare al suo stato di equilibrio in maniera costante e indeterminata nel tempo. Nonostante una prima e fondamentale presa di coscienza iniziale nel 1987, con la pubblicazione del Rapporto Brundtland⁴, questa attitudine insubordinata nei confronti dell'ambiente non è riuscita

a modificarsi in un modo sostanziale, rendendo gli scenari di surriscaldamento globale, di aumento dei gas serra, dello scioglimento dei ghiacciai e dell'innalzamento degli oceani una serie di eventualità sempre più attuali e tangibili.

Parallelamente agli esempi sopra citati, i quali sono quelli con una maggiore esposizione mediatica e possono essere definiti come eventi cronicizzati, ossia come quelle alterazioni degli equilibri che avvengono in modo costante e inesorabile, esistono tutta una serie di fenomeni acuti collegati all'impatto ambientale umano che



Tim Kolnick, *Senza Titolo*

non sempre vengono considerati adeguatamente. Molti disastri naturali, infatti, possono essere il risultato finale di processi avviati da azioni umane: la crescente e incontrollata pratica della deforestazione, ad esempio, può risultare in frane e smottamenti, mentre l'inquinamento atmosferico e il risultante riscaldamento globale può, con una lunga reazione a catena, portare ad un aumento delle inondazioni e dell'incidenza di cicloni ed eventi atmosferici violenti. Un avvenimento dove la correlazione fra i comportamenti unanimi e i disastri ambientali è lampante è il caso recente dell'Australia: qui una serie di roghi dolosi (causati direttamente dall'uomo) e spontanei (causati indirettamente dalle attività umane inquinanti) si sono sommati finendo per nove milioni di ettari di territorio del continente (un terzo della superficie del territorio italiano), portando alla luce mediatica una serie di problematiche collegate con l'inquinamento ambientale (oggi l'Australia trae più del 70% della propria energia elettrica da centrali termiche a carbone e petrolio e le politiche energetiche australiane hanno provocato un boom dell'industria locale del carbone⁵).

Nonostante ciò i disastri spesso rappresentano l'opportunità per le regioni colpite di attuare delle politiche circolari e di resilienza che in una condizione normale non sarebbero attuabili: il volume dei detriti potenzialmente riutilizzabili e l'intelligente utilizzo dei fondi destinati al recupero possono comportare un ribaltamento fra il rapporto fra costi e benefici e costituire una vera e propria possibilità per uno sviluppo sostenibile.

**NON SOLO VITTIME
MA ANCHE CARNEFICI:
SE DA UN CANTO GLI
EFFETTI CATASTROFICI
SI RIPERCUOTONO
SULLA SOCIETÀ,
ALLO STESSO TEMPO
GLI UOMINI, CON
LE LORO ATTIVITÀ,
SONO LE CAUSE
DEI CAMBIAMENTI
CLIMATICI E DELLE
PROGETTAZIONI
CARENTI CHE AVVIANO
QUESTI EVENTI.**





Carolyn Cole, Senza Titolo

QUANDO SI PARLA DI UNA CATASTROFE, GENERALMENTE CI SI RIFERISCE AI RESIDUI COME AI SOTTOPRODOTTI DELL'EVENTO FISICO IN SÉ, METTENDO IN SECONDO PIANO GLI ASPETTI PSICOLOGICI DELLA COMUNITÀ, CONFIGURANDO IN ALCUNI CASI DEI VERI E PROPRI DISTURBI POST TRAUMATICI.

I RESIDUI IMMATERIALI

COSA SONO I RESIDUI IMMATERIALI DI UNA CATASTROFE? QUALI SONO LE OPZIONI ATTUABILI DALL'ARCHITETTURA PER ALLEVIARNE I SINTOMI?

NON TUTTO È TANGIBILE

Quando si parla di una catastrofe, generalmente ci si riferisce ai residui come ai sottoprodotti dell'evento fisico in sé, mettendo in secondo piano tutti quegli aspetti che concernono le reazioni psicologiche della comunità che ne è colpita, o ci si limita ad una versione riduttiva della fase acuta, ossia quella del momento esatto della manifestazione della catastrofe.

In questo modo si va a definire una versione riduttiva che ignora una serie di situazioni personali e sociali che si instaurano in momenti successivi e vanno a costituire i veri e propri residui immateriali.

Definire lo sviluppo di queste reazioni psicologiche non è facile in quanto queste non si palesano in fasi sempre regolari e separate, ma al contrario tendono a mescolarsi e a seguire delle evoluzioni dettate dai singoli individui o da gruppi di persone. Infatti, così come per gli interventi di soccorso, anche il profilo psicologico della comunità colpita deve essere gestito in modo da adattarsi nel modo più aderente alle sue caratteristiche e a quello degli esiti infausti del disastro secondo dei pattern non rigidi, ma in continua evoluzione, in grado di

mutare in base alle esigenze.

La fase di emergenza, la manifestazione acuta dell'esternazione catastrofica, ha una durata relativamente breve, che può avere un decorso massimo di qualche giorno, è il momento in cui gli stati d'ansia vengono allo scoperto: le persone sono facilmente orientate all'azione in modo tale da attivare comportamenti diversi da quelli abituali che nascono dall'eccitamento psicologico indotto dallo stato d'allarme. In questi casi si parla di fughe precipitose, ma anche di atteggiamenti violenti o riprovevoli che in altri contesti potrebbero essere considerati patologici.

In base alla tipologia di evento gli atteggiamenti collettivi più comuni sono il panico, il quale si manifesta con la perdita di ogni senso sociale e di capacità di riflessione del gruppo, il quale si dà alla fuga con delle manifestazioni di agitazione, disordine e violenza e la commozione-inibizione-stupore, per la quale al contrario del panico, i sopravvissuti in preda allo shock emozionale, temporaneamente disorientati e privi di iniziativa, si muovono come senza meta, allontanandosi dall'epicentro del disastro verso un luogo sicuro.

Se da un canto i fenomeni collettivi tendono a scemare insieme alla fase acuta dell'emergenza, esistono una serie di reazioni individuali che, se non opportunamente assistite, possono sfociare in atteggiamenti patologici, con intensità e durata variabili. Le reazioni più comuni e facili da gestire sono quelle iperemotive, le quali si manifestano in atteggiamenti di agitazione e sintomi psicosomatici come vomito e malessere. Più complesse invece sono i disturbi nevrotici o psicotici, i quali colpiscono rispettivamente la personalità e la coscienza, portando il soggetto ad esempio a rivivere l'evento traumatico e a provare delle sensazioni di vulnerabilità o ad attuare atteggiamenti dannosi per sé e per gli altri, con crisi confusionali, deliranti o maniacali.

Sebbene con più difficoltà rispetto alle reazioni collettive, questi disturbi individuali tendono a scomparire nella maggior parte dei casi nell'arco di alcuni giorni, a pari passo con la stabilizzazione dell'ambiente circostante. In alcuni casi però, soprattutto nei soggetti predisposti o con delle psicosi latenti, queste condizioni possono estendersi nel tempo e durare mesi o anni, configurandosi in un vero e proprio disturbo post traumatico.

RICOSTRUZIONE E COMUNITÀ

Comunità è un termine usato in sociologia per designare un insieme di persone che vivono in un territorio circoscritto e che sono legate le une dalle altre da fattori di natura etnica, linguistica, economica, giuridica, politica e religiosa¹. Infatti, se da una parte nella società i rapporti che intercorrono fra le persone sono regolati in modo razionale da leggi e da contratti, secondo un'ottica di mutua convenienza, nella comunità si fa riferimento a un raggruppamento volontario, per il quale gli individui sono legati dalle tradizioni e dagli stessi sentimenti di appartenenza e di coesione che si ritrovano nella famiglia. Parlare di comunità, per l'appunto, significa fare riferimento a quella formazione sociale a cavallo fra la famiglia e la società.

UN DISASTRO È UN EVENTO A LIVELLO DELLA COMUNITÀ².

L'aspetto fondamentale di una catastrofe e tra l'altro l'elemento discriminante che qualifica come tale un evento, come appena visto,

è il suo influsso dannoso sulle reazioni individuali, ma soprattutto l'alterazione, più o meno grave, che produce a livello comunitario, danneggiando quelli che sono i pilastri di un raggruppamento umano ristretto, fra cui si possono trovare le abitazioni vernacolari, i luoghi della tradizione e tutti quei rapporti della consuetudine ormai cementificati. Proprio per questo motivo la fase di intervento successiva ad una catastrofe deve avere come scopo non solo la ricostruzione fisica degli edifici e degli insediamenti, ma anche e soprattutto di mirare alla ricostituzione di tutte quelle dinamiche sociali proprie della comunità colpita.

Il coinvolgimento della comunità nei processi di ricostruzione sembra essere l'approccio più adeguato per la persecuzione di questo obiettivo: i membri delle comunità locali infatti non solo rappresentano la maggiore fonte di conoscenza delle condizioni di pericolo di quel luogo, ma sono coloro che, tramandando le consuetudini e le tradizioni locali, tengono in vita tutti quegli accorgimenti di adattamento all'ambiente locale sviluppati nel corso dei secoli.

I progettisti che intendono

perseguire questo scopo devono avvalersi dello strumento della progettazione partecipata in modo da creare un profilo accurato della comunità fin dalle prime fasi di recupero. In questo modo il piano di intervento che ne risulta è in grado di dimostrare una certa consapevolezza delle conoscenze locali e delle pratiche culturali, e di attuare una serie di accorgimenti e approcci che le persone possano capire e integrare facilmente nelle loro vite. Questi interventi che prevedono il coinvolgimento dei beneficiari e della comunità nella ricostruzione possono portare a dei risultati più sostenibili e più veloci, i piani di intervento e di recupero incontrano meno problematiche e acquisiscono la capacità rafforzare il senso di appartenenza e di comunità, unitamente ad un grande sentimento di soddisfazione e di orgoglio fra i beneficiari, in questo modo la comunità è in grado di fronteggiare il trauma, lo stress e di recuperare la speranza perduta attraverso interventi tangibili e comprensibili.

D'altro canto, la complicazione di questo sistema è individuabile nel disallineamento dal punto di vista della fattibilità fra la necessità di una ricostruzione tempestiva e la

IL COINVOLGIMENTO DELLA COMUNITÀ NELLA
RICOSTRUZIONE È L'APPROCCIO PIÙ ADEGUATO PER
LA RICOSTITUZIONE DELLE DINAMICHE SOCIALI. LA
PROGETTAZIONE PARTECIPATA PORTA A RISULTATI PIÙ
SOSTENIBILI E IMMEDIATI, I PIANI INCONTRANO MENO
PROBLEMI E RAFFORZANO IL SENSO DI APPARTENENZA.



possibilità di sviluppare un progetto basato sulle capacità locali. In questi momenti i governi sono chiamati a prendere delle decisioni critiche per la pianificazione a lungo termine, applicando allo stesso tempo le normative edilizie nel modo più appropriato per sopperire a tutte quelle lacune che le istituzioni locali non sono state in grado di colmare per il raggiungimento della resilienza del contesto edilizio durante le sollecitazioni estreme.

Inoltre, nei casi in cui è presente una distruzione particolarmente grave, è necessario nel primo periodo prevedere una ricostruzione su vasta scala in un periodo estremamente ridotto per il ripristino degli insediamenti e dei servizi principali. In queste circostanze viene prodotta una richiesta che le industrie edili locali non sempre sono in grado di soddisfare, a maggior ragione se il carico edificatorio al quale sono sottoposte richiede degli accorgimenti specifici o tecnologie poco conosciute dalle maestranze. Per questo motivo, soprattutto per gli interventi immediatamente successivi all'impatto, la tendenza è quella di utilizzare dei sistemi edilizi familiari alle imprese, seppur poco sostenibili, e focalizzarsi sullo sviluppo della sostenibilità e delle

capacità locali nell'immediato futuro, in modo da affrontare tali carenze iniziali e compensarle nei periodi successivi della ricostruzione.

AUTOCOSTRUZIONE

Un altro aspetto molto interessante per quanto riguarda gli scenari post distruzione è quello dell'autocostruzione. Nel contesto italiano questa pratica viene spesso confusa con l'abusivismo edilizio, il quale determina non solo delle carenze progettuali a livello della qualità costruttiva e abitativa, ma si dimentica completamente della gestione urbana.

Tuttavia, l'autocostruzione può entrare a far parte di un piano di ricostruzione in modo controllato, senza sfociare nell'abusivismo e, al contrario, permettere di creare una condizione di dignità nella comunità che è stata colpita. Questa dignità a sua volta si tramuta, seguendo la scia della progettazione partecipata, in autodeterminazione e in una sorta di autonomia, da leggere non tanto come la libertà assoluta di edificare, quanto la possibilità degli individui di poter partecipare attivamente nei processi materiali di ricostruzione. Questo rappresenta

politicamente il valore più forte dell'autocostruzione: riprendere possesso del senso dell'azione. Infatti l'esperienza diretta della comunità che viene gestita dopo un disastro viene percepita come un'operazione di spossessamento. Le condizioni di disordine e di instabilità che contraddistinguono i periodi successivi ad una catastrofe spesso vengono viste dalle persone come una delegittimazione della propria autonomia e una perdita del potere di azione all'interno della propria comunità. I percorsi di autocostruzione, in questo senso, sono in grado di assicurare un certo coinvolgimento pratico che può favorire processi di autodeterminazione, essenziali per gli individui per gestire le situazioni particolarmente critiche.

Dal punto di vista operativo è necessario pensare a tipologie edilizie e sistemi costruttivi adeguati alle capacità della comunità ed adottare un metodo che abbia come obiettivo quello di favorire la partecipazione degli utenti: ogni edificio può essere pensato come un elemento neutro aperto alle modifiche del suo costruttore e progettato per accettare in modo semplice le modifiche dettate dalle varie necessità.



Saleem Shaikh e Sughra Tunio, *Manovali* costruiscono argini con gabbioni metallici

L'AUTOCOSTRUZIONE PUÒ ENTRARE A FAR PARTE DI UN PIANO DI RECUPERO PERMETTENDO DI CREARE UNA CONDIZIONE DI DIGNITÀ, DI AUTODETERMINAZIONE E CONFIGURANDOSI NELLA POSSIBILITÀ AGLI INDIVIDUI DI POTER PARTECIPARE ATTIVAMENTE NEI PROCESSI MATERIALI DI RICOSTRUZIONE.

I RESIDUI MATERIALI

COME SI RECUPERANO I RESIDUI MATERIALI DI UNA CATASTROFE? CHE TIPO DI PROCESSI È NECESSARIO APPLICARE PER DARGLI NUOVA VITA?

Nel corso degli ultimi trent'anni, così come il rischio e l'incidenza degli eventi catastrofici, anche il costo che gli stati devono sostenere per le operazioni di recupero sta crescendo. Una porzione significativa di queste spese per l'appunto è proprio la gestione dei residui materiali, la quale comincia nella fase appena successiva al disastro e può continuare per anni a pari passo con la ricostruzione.

A differenza di una condizione di stabilità, dove la produzione di rifiuti, sebbene insostenibile dal punto di vista ambientale, resta un fattore controllabile e prevedibile dal punto di vista della quantità e della composizione, in uno scenario catastrofico il quadro cambia radicalmente, evolvendosi in modo

imprevedibile in un eterogeneo ammasso di materia che peraltro può contenere o essere contaminata da componenti tossiche o pericolose.

Nel 2008 l'Agenzia per la protezione dell'ambiente (EPA¹) negli Stati Uniti ha cercato di sviluppare un quadro dei rifiuti che più frequentemente vengono prodotti in queste situazioni catastrofiche: fra testi troviamo terreno e rocce, detriti da costruzione provenienti da edifici, strade, ponti e un mix eterogeneo composto da effetti personali, rifiuti domestici e arredi provenienti dalle residenze. Non solo residui inorganici: le strategie di gestione devono infatti fronteggiare anche la grande quantità di materia organica che principalmente

proviene dagli alberi abbattuti, la quale deve essere gestita in quanto, insieme ai resti animali e umani, può rappresentare un grave rischio per la salute nei processi di decomposizione.

LA GESTIONE DEI RESIDUI

La prima fase della gestione dei residui verte alla ricerca di rapido sollievo alla condizione disastrosa per mezzo della rimozione dei residui dalle vie d'accesso, fondamentali per la libera circolazione dei mezzi di soccorso e per le operazioni di sgombero. In questo momento critico, non è sempre semplice attuare fin da subito le strategie di separazione a causa della difficoltà del conciliarle

alle operazioni di recupero dei servizi e delle infrastrutture prioritarie. In occasione di questa fase, un metodo che non rallenta eccessivamente le operazioni primarie, e al contrario è in grado di agevolare una separazione successiva, è la preselezione dei rifiuti in sito o in altre zone di stoccaggio temporaneo, dove i materiali vengono separati grossolanamente e preparati per essere inviati agli impianti di recupero. In particolare, i residui possono essere divisi in materiali riciclabili (calcestruzzo, muratura, legno, metallo), materiali non riciclabili (rifiuti domestici e altri materiali inerti) e rifiuti pericolosi (amianto, prodotti chimici). È fondamentale che questi ultimi vengano separati il prima possibile per evitare che possano contaminare il resto dei rifiuti e così comprometterne in modo determinante il recupero.

La seconda fase della gestione è il trattamento definitivo dei rifiuti che sono stati raccolti e preselezionati durante la prima fase, e di quelli che invece vengono recuperati per mezzo delle operazioni di ricostruzione. Se da un canto, come è già stato ampiamente argomentato nei precedenti



Daniele Aloisi, Croce Rossa Italiana, Senza Titolo



LA DENSIFICAZIONE È UN METODO CHE RICHIEDE POCA ENERGIA E SPECIALIZZAZIONE. I MATERIALI VENGONO SEMPLICEMENTE PRESSATI PER LA CREAZIONE DI NUOVI PRODOTTI.

capitoli, il conferimento dei rifiuti in discarica dovrebbe essere l'ultima possibilità di smaltimento dei rifiuti in una società sostenibile, questa pratica è ancora largamente adottata durante questa fase così delicata. L'effetto di questa azione così economica e apparentemente senza rischi ha invece conseguenze serie nell'impedire uno sviluppo sostenibile e nel perpetuare i danni della catastrofe a livello economico, ambientale e sociale.

Nonostante la difficoltà di divisione e riciclo dei residui materiali di una catastrofe sia complessa durante la prima fase di intervento, durante il periodo della ricostruzione diventa una possibilità più che auspicabile: lo sviluppo delle capacità di riciclo di queste materie porta lavoro alle comunità locali e veicola una

rete diversificata di collegamenti economici, permettendo un più rapido ed efficiente recupero delle dinamiche sociali.

IL RECUPERO DEI MATERIALI

Indipendentemente dal modo in cui vengono estratti dal sistema, i materiali che sono stati recuperati devono essere sottoposti ad una serie di processi per poter trasformare queste materie prime seconde in veri e propri prodotti, pronti per affrontare un ciclo di vita completamente nuovo, e probabilmente anche diverso dal precedente.

La trasformazione delle materie prime recuperate in prodotti finiti è caratterizzata da una variabilità di processi estremamente ampia, che cambia di molto in base sia alla tipologia e purezza del materiale in ingresso che alla funzione e all'uso del prodotto in uscita.

Per questo motivo è molto interessante, parlando di recupero, definire questi processi secondo le alterazioni che subiscono i materiali. Questo punto di vista consente di avere uno sguardo più ampio sulle tipologie di processi che possono essere applicati e sul tipo di

prodotti che possono generare sulla base della tecnologia e dell'energia che vengono utilizzate per le varie categorie di lavorazione. Nello specifico è possibile fare riferimento ai processi di densificazione, riconfigurazione e trasformazione.²

densificazione

La densificazione dei materiali è un metodo di recupero che non richiede una tecnologia evoluta, ma che allo stesso tempo consente di essere applicato in svariate situazioni che richiedono poca energia, manodopera e specializzazione. Il principio è quello della pressa per i rifiuti, introdotta in Inghilterra nel XIX secolo, con la quale i materiali di scarto, tipicamente caratterizzati da una bassa densità, venivano inseriti in compattatori in grado di diminuirne il volume per consentire una più agevole ed efficace gestione. Oggi lo stesso procedimento è applicato alle materie prime di recupero, allo scopo di creare dei nuovi prodotti per l'edilizia. Questi materiali sono presenti in grandi quantità e ad un prezzo irrisorio, facili da recuperare e da trattare, e i prodotti che ne derivano possono incorporare questo surplus di materia che altrimenti verrebbe

bruciata, conferita in discarica o nel peggiore degli scenari abbandonata nella natura, senza contare il sostanziale e necessario risparmio di materie prime vergini.

Compattare la materia prima seconda significa aumentarne la densità apparente e con questa anche il rapporto fra l'energia incorporata e il volume del prodotto finito. Ma la riduzione del volume non è il principale motivo che spinge l'utilizzo di questo metodo per la produzione di nuovi prodotti per l'edilizia: in processi di questo tipo, il materiale originario non subisce nessuna trasformazione dal punto di vista chimico e fisico e nella maggior parte dei casi non viene nemmeno mischiato con altre sostanze, mantenendo così l'unità materica.

Il potenziale della densificazione è che è possibile creare un ciclo di vita nel ciclo di vita dei materiali, utilizzandoli come prodotti per l'edilizia e successivamente, una volta scartati, possono ritornare al loro destino precedente ed essere avviati agli impianti di recupero, compostaggio, o possono subire successive trasformazioni per la creazione di nuovi prodotti.

In base allo specifico metodo di produzione, le componenti edilizie che possono essere ottenute

con la compattazione sono principalmente pannelli rigidi o semi rigidi caratterizzati da eccellenti prestazioni termiche e acustiche dovute all'eliminazione dell'aria in eccesso e dall'aumento della densità del prodotto finito rispetto al materiale di origine.

Nell'ultimo periodo le nuove tecnologie hanno permesso la creazione, attraverso la compattazione, anche di elementi strutturali. La carta e il cartone possono essere compressi a formare degli elementi sorprendentemente leggeri e resistenti che possono essere utilizzati strutturalmente nella creazione di edifici, inoltre l'alta densità e la conseguente eliminazione dell'aria ne conferiscono un alto tasso di resistenza al fuoco. Persino la plastica può essere usata per la creazione di elementi strutturali: a Zurigo è stato creato un padiglione temporaneo composto da bottiglie in PET inserite in una membrana sotto vuoto. Questa, una volta aperta consente il recupero completo del materiale inserito, il quale può essere recuperato successivamente con metodi alternativi.

Le potenzialità sono infinite: combinando le diverse tecniche è virtualmente possibile comporre

un edificio interamente con prodotti derivati da processi di compattazione delle materie di recupero.

riconfigurazione

Tipicamente usati nei processi di downcycling, triturazione, frantumazione, macinazione e taglio sono processi meccanici che alterano la configurazione fisica del materiale recuperato. I sottoprodotti che risultano da queste lavorazioni sono cippati, granulati e fibre i quali sono processati ulteriormente e in alcuni casi additivati con altri componenti secondo dei processi che possono essere raggruppati sotto il termine "riconfigurazione". La tecnologia richiesta da questo tipo di lavorazioni resta particolarmente rudimentale, anche se tipicamente viene soddisfatta da attrezzature industriali in quanto in alcuni casi sono necessarie sostanze leganti o alte temperature per completare i processi di produzione. In base alla funzionalità che si intende raggiungere, questi metodi consentono di manipolare il materiale di recupero controllando la densità, il peso, l'allineamento e persino le qualità estetiche del prodotto finito. In ogni caso, come per i processi

di densificazione, la struttura chimica originaria della materia prima seconda resta inalterata, quindi se il prodotto finale mantiene l'unità materica resta riciclabile tanto quanto il materiale d'origine. Il legno, ad esempio, è un materiale che una volta recuperato si adatta alla perfezione al processo di riconfigurazione in quanto contiene lignina, la quale può essere attivata per mezzo di pressione e calore trasformandosi in un legante di origine naturale. Questa caratteristica consente di compattare fibre o cippati lignei senza l'aggiunta di nessun tipo di collante o resina per la produzione di tappeti isolanti o pannelli strutturali da usare nell'edilizia in sostituzione a prodotti non riciclabili o provenienti da materie prime vergini.

Anche se nella riconfigurazione rientrano una serie di processi simili a quelli della densificazione, la riorganizzazione a monte del materiale di recupero permette di raggiungere una serie di caratteristiche nel prodotto finale che normalmente non sarebbero possibili da raggiungere.

Allo stesso tempo, dato che la materia prima di recupero è stata processata in una nuova forma, i prodotti che si ottengono da



**LA RICONFIGURAZIONE
PREVEDE DEI PROCESSI
FISICI CHE ALTERANO
LA FORMA DEI
MATERIALI DI ORIGINE
PER CONSENTIRE
UN AUMENTO DELLE
PRESTAZIONI NEL
PRODOTTO FINALE.**

processi di riconfigurazione (al contrario di quelli ottenuti dalla semplice densificazione), non possono essere ripristinati nel loro ciclo di vita originale ma devono proseguire la loro vita utile per mezzo di successive trasformazioni. In altri casi per raggiungere determinate prestazioni è necessario rinunciare all'unità materica mischiando materie prime diverse o aggiungendo additivi, leganti o altri materiali che compromettono la riciclabilità del prodotto finale. Questo processo è giustificato dal fatto che questo tipo di lavorazione è in grado di nobilitare i prodotti finali secondo un processo di upcycling. Questo è il caso del recupero del Tetra Pak, un materiale composto da strati di carta, alluminio e plastica: gli scarti vengono tritati a formare delle fibre che vengono pressate in lamiera

grecate in grado di offrire le stesse prestazioni dei pannelli di copertura in acciaio o in fibrocemento con un costo di produzione nettamente minore e la maggiore durabilità. Un altro esempio di questa tipologia di trattamento è costituito dal recupero degli aggregati dai materiali di recupero, i quali possono essere riutilizzati tal quali, oppure aggiunti in una mistura eterogenea, ossia il calcestruzzo, secondo un processo di upcycling. Oggi esistono diverse tecnologie di trattamento dei materiali in grado di ottenere aggregati riciclati di elevata qualità, con caratteristiche prestazionali molto simili a quelle degli aggregati naturali. La riconfigurazione dei materiali di recupero per la produzione di aggregati si compone di frantumazione, per rendere lavorabili le macerie, separazione, per selezionare gli aggregati dal resto dei materiali ed infine la vagliatura, per ottenere frazioni granulometriche omogenee.

trasformazione

Se da un canto la riconfigurazione attua unicamente procedimenti che agiscono a livello fisico, dall'altro la trasformazione affronta la forma più estrema di trattamento dei



materiali di recupero: procedure ad alta tecnologia comportano la conversione della materia prima di recupero in un nuovo prodotto dalla forma, composizione e funzione completamente nuove e scollegate da quelle originali. La trasformazione prevede cambiamenti chimici, direttamente al livello della struttura della materia.

Sotto certi aspetti simile ai processi di densificazione e di riconfigurazione, la trasformazione dei materiali di recupero richiede l'aggiunta di energia al sistema al fine di raggiungere uno stato alterato del materiale, il quale in questo modo riesce a ottenere

**LA TRASFORMAZIONE
CONFERISCE
AI MATERIALI
DI RECUPERO
UNA STRUTTURA
CHIMICA E FISICA
COMPLETAMENTE
RINNOVATA IN
GRADO DI GENERARE
PRODOTTI INNOVATIVI
IN UN'OTTICA DI
UPCYCLING.**

delle caratteristiche prestazionali impensabili da ottenere senza questi processi.

In genere la prima fase del processo consiste nel macinare il materiale finemente, fino a al raggiungimento di una granulometria simile alla sabbia o alla polvere. Dopo la miscelazione con altri componenti, l'impasto subisce una serie di trasformazioni che richiedono una grande quantità di energia come la cottura o la fusione, in grado di far reagire i vari componenti per la creazione di un nuovo materiale omogeneo. Questo apporto supplementare di energia richiesto dalla maggior parte dei processi di trasformazione, può essere considerato un grande spreco di risorse che non sempre riesce a giustificare e a rendere economicamente fattibile il recupero della materia con questa tipologia di trattamento. Solo ottimizzando i processi di produzione e di recupero e utilizzando energia proveniente da fonti pulite e rinnovabili è possibile ottenere una filiera in grado di essere competitiva ed efficace nella produzione di prodotti con materie prime di recupero.

D'altro canto, uno dei principali vantaggi di questo metodo è che è

possibile attuare una conversione dei materiali che apparentemente hanno terminato il loro ciclo di vita e che tradizionalmente sarebbero destinati alla discarica, costituendo un notevole carico ambientale. Anche in questo caso, con i processi di trasformazione è possibile generare sostanze dotate di una composizione chimica completamente nuova, identificabile in tutto e per tutto in una materia prima seconda utilizzabile per la produzione di nuovi beni.

Questo approccio è ben consolidato nel campo della produzione di energia dagli scarti agricoli: un esempio ben noto è la trasformazione dei rifiuti organici in bioetanolo, una fonte di energia rinnovabile che viene utilizzata in alcuni stati come sostituto per la benzina. In completa controtendenza rispetto al settore agricolo, finora poco è stato fatto nel campo delle costruzioni, anche la necessità sta portando sempre più l'attenzione verso questa strada. Un esempio di recupero di questo tipo nasce dall'idea di Tom van Soest, il quale ha sviluppato un metodo per la trasformazione delle macerie in un processo chiamato StoneCycling, per cui i materiali

da costruzione come calcestruzzo, pietra, vetro o ceramica vengono polverizzati e cotti senza aggiunta di leganti artificiali o di altre sostanze. I prodotti che ne risultano sono simili alla pietra e possono essere usati nuovamente come unità di costruzione, ricominciando un nuovo ciclo di vita rientrando direttamente nello stesso settore da cui provenivano originariamente i materiali di recupero.

I prodotti che derivano da materiali trasformati, al termine del loro specifico ciclo di vita, possono essere nuovamente riciclati senza la necessità di subire ulteriori alterazioni chimiche in quanto il nuovo materiale è perfettamente adatto ad essere densificato o riconfigurato. Allo stesso tempo, in un circolo infinito, ci sarà sempre un prodotto che potrà utilizzare un qualsiasi materiale come materia prima per la sua produzione. Dopotutto nulla si crea, nulla si distrugge, ma tutto si trasforma.

riutilizzo

Oltre alle tre categorie di recupero dei materiali appena esposte, esiste in realtà anche un quarto aspetto, che, oltre che recuperare il materiale in sé, è in grado di dare nuova vita al prodotto rimosso dal

sistema edificio. Ad oggi la pratica del riutilizzo in edilizia è poco applicata in quanto le metodologie di demolizione non consentono il recupero di elementi costruttivi integri in grado di procedere il loro ciclo di vita in un nuovo sistema. È comunque auspicabile che nel futuro il riutilizzo possa diventare la prima categoria di recupero in virtù dei nuovi progetti per edifici in grado di essere disassemblati in un processo uguale ed opposto a quello della costruzione.

Nonostante le pratiche di riciclo e di riuso richiedano approcci ben distinti, la linea di demarcazione che ne definisce i confini è molto sottile ed è rappresentata dalla cosiddetta idoneità al reimpiego. Questa permette di definire le condizioni e i limiti perché un prodotto possa essere riutilizzato tal quale oppure riciclato per il recupero dei materiali di cui è composto.

Quindi, quando un componente edilizio in buone condizioni viene dismesso e separato correttamente dall'edificio di modo da non pregiudicarne il reimpiego, è necessario rivalutarne la funzione. Si parla di riutilizzo "tal quale" quando la funzione non viene cambiata e per esempio

una trave profilata in acciaio continua a svolgere, dopo una serie di accertamenti, il suo compito strutturale. Alternativamente è possibile prevedere un declassamento funzionale, una sorta di downcycling del riutilizzo, affidando al componente recuperato una funzione analoga a quella originale, ma che richiede minori prestazioni. Tendenzialmente questo approccio viene adottato nei casi in cui il componente presenta dei segni di usura ed è necessario rivalutarne la condizione funzionale in base alle caratteristiche che sono rimaste "in salute". Questo è il caso del recupero dei mattoni pieni da murature portanti, i quali tendenzialmente vengono riutilizzati unicamente come rivestimento superficiale delle nuove pareti. Un terzo metodo per il recupero consiste nel riassegnare al componente una funzione completamente nuova. Date le circostanze è impossibile attribuire lo scopo originario a causa di un'usura troppo marcata o addirittura di un cambio di settore, ad esempio non è raro che le travi dismesse vengano usate per la creazione di arredi o che il legno di botti o bobine venga

IL RIUTILIZZO È IL PROCEDIMENTO PER IL QUALE UN COMPONENTE EDILIZIO RECUPERATO VIENE INCORPORATO IN UN NUOVO SISTEMA EDILIZIO SENZA SUBIRE PROCESSI PER IL RECUPERO DEL MATERIALE DI ORIGINE PER LA PRODUZIONE DI ALTRI ELEMENTI.

ridestinato a svolgere il compito di facciata ventilata.

Come già accennato, la frazione dei rifiuti da demolizione che viene avviata al riutilizzo è oggi giorno relativamente marginale, ma allo stesso tempo è destinata a crescere esponenzialmente fino a diventare la quota principale, in quanto è il metodo di recupero che costituisce la migliore soluzione dal punto di vista ambientale di gestione degli scarti, riuscendo a incorporare nel nuovo ciclo di vita del prodotto l'intero ammontare dell'energia incorporata³ nei cicli precedenti.



NOTE

IL DISASTRO CHIAMATO RIFIUTI

1. Antonello Monsù Scolaro, *Progettare con l'esistente. Riutilizzo di edifici, componenti e materiali per un processo edilizio circolare*. (Milano: Ricerche di tecnologia dell'architettura. Angeli, 2017).
2. Peter Reed, *Alvar Aalto, 1898-1976* (Milano: Electa, 1998).
3. Legge 6 agosto 1967, n. 765, "Modifiche ed integrazioni alla legge urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150", art. 17.
4. ISPRA, Rapporto rifiuti speciali, Edizione 2019.
5. CRESME, Il mercato delle demolizioni in Italia. Dimensioni, caratteri e nuove opportunità, 1998.

CATASTROFI E RESIDUI

1. Catastrofe deriva dal verbo greco *katàstrephein*. Composto da *katà* (giù) e *strephein* (rovesciare), originariamente nelle tragedie greche indicava il "plot twist", ossia lo scioglimento dell'intreccio del dramma.
2. Disastro è una parola di origine latina, composta dal prefisso *dis-*, che ha valore peggiorativo, e dal termine *astro*. Etimologicamente indica l'influsso sugli eventi che la "cattiva stella" attua a sfavore delle leggi del vivere quotidiano.

3. Massimo Cuzzolaro, Luigi Frighi, *Reazioni umane alle catastrofi* (Roma: Gangemi Editore, 1991).
4. Il Rapporto Brundtland è il documento pubblicato dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED) nel 1987 in cui, per la prima volta, viene introdotto il concetto di sviluppo sostenibile, identificato come lo "sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri".
5. Department of the Environment and Energy, *Australian Energy Update 2018* (Canberra: 2018).

I RESIDUI IMMATERIALI

1. Massimo Cuzzolaro, Luigi Frighi, *Reazioni umane alle catastrofi* (Roma: Gangemi Editore, 1991).
2. R. Gist, B. Lubin, *Psychosocial aspects of disaster* (Toronto: Wiley, 1989).

I RESIDUI MATERIALI

1. EPA (Environmental Protection Agency, anche USEPA). Agenzia del governo federale degli Stati Uniti preposta alla protezione della salute umana e dell'ambiente, con compiti prevalenti di regolamentazione

e applicazione delle leggi approvate dal Congresso. Oltre alle attività di regolamentazione, i suoi compiti includono supporto e assistenza tecnica, studio e ricerca, divulgazione, formazione e informazione in campo ambientale. Fonte: Treccani.

2. La divisione nelle tre categorie nasce dalla classificazione proposta in Dirk E. Hebel, Marta H. Wisniewska e Felix Heisel, *Building from Waste Recovered Materials in Architecture and Construction*. (Basel: Birkhäuser, 2014)

3. L'energia incorporata è la quantità di energia consumata per ottenere un prodotto. È definita dal rapporto fra l'energia [kWh,MJ] e l'unità di prodotto [kg, m³, m²]. È influenzata dall'efficienza del processo produttivo, dai trasporti e dalle fonti di energia utilizzate.

IMMAGINI

PARTE PRIMA: CATASTROFI E RESIDUI

Jim Kazanjian, *Unititled (Folly)*,
2010. Collage digitale.

IL DISASTRO CHIAMATO RIFIUTI

Kelly Jazvak in collaborazione
con Patricia Corcoran e Charles
Moore, *Plastiglomerate*,
Agglomerati di plastica raccolti a
Kamilo Beach (Hawaii), 2013.
Fotografie di Jeff Elstone.

Sigve Arntzen, *Colosseum*, Roma,
2012. Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/bK8ay6](https://www.flickr.com/photos/bK8ay6/)

Le Corbusier, *Unité d'Habitation*,
edificio residenziale, Berlino, 1952.
Fotografia di Dom Garcia, Flickr,
2013. [flic.kr/p/fH12q3](https://www.flickr.com/photos/fH12q3/)

Márton Mogyorósy, *Barcelona
from above*, Barcelona, 2019.
Fotografia digitale.
martonmogyorosy.com

Piet Farlakes, *Senza Titolo*, 2017.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/RNshZ6](https://www.flickr.com/photos/RNshZ6/)

CATASTROFI E RESIDUI

U.S. Pacific Fleet, *110313-N-
SB672-164*, Oceano Pacifico, 2011.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/9qtPcq](https://www.flickr.com/photos/9qtPcq/)

Tim Kolnick, *Senza Titolo*,
Stati Uniti, 2018.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/245zxFu](https://www.flickr.com/photos/245zxFu/)

I RESIDUI IMMATERIALI

Carolyn Cole, *Senza Titolo*,
Mississippi, 2005.
Fotografia digitale, Los
Angeles Times.

Daniel Pierce, *House*,
Giappone, 2011.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/9xnW4S](https://www.flickr.com/photos/9xnW4S/)

Saleem Shaikh e Sughra Tunio,
*Manovali costruiscono argini con
gabbioni metallici*, Pakistan, 2015.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/pRxGeS](https://www.flickr.com/photos/pRxGeS/)

I RESIDUI MATERIALI

Daniele Aloisi, *Croce Rossa
Italiana*, *Senza Titolo*, Italia, 2016.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/LCnmWA](https://www.flickr.com/photos/LCnmWA/)

Studio Mieke Meijer in
collaborazione con Vij5,
Newspaperwood, 2011.
Fotografia di Newspaperwood.

Estudio ODS, *Hostel CONII*,
Portogallo, 2016.
Fotografia di João Morgado.

Karl Borg, *Furnace*, Fotografia
digitale, Flickr, 2016.
[flic.kr/p/Pa3VMs](https://www.flickr.com/photos/Pa3VMs/)

Herbst Architects, *K Valley House*,
Nuova Zelanda, 2015.
Fotografia di Lance Herbst.

PARTE SECONDA: APPROCCI

QUALI SONO GLI APPROCCI PER UNA GESTIONE DEI RESIDUI SOSTENIBILE DAL PUNTO DI VISTA DELL'AMBIENTE E DEL PROGRESSO? È POSSIBILE L'APPLICAZIONE ALLE SITUAZIONI DI EMERGENZA?





Jim Kazanjian, *Untitled (Implosion)*

CATASTROFI E CIRCOLARITÀ

Quali sono gli approcci per
l'architettura del futuro?
È possibile abbandonare i sistemi
tradizionali poco lungimiranti?

RICOSTRUZIONE RESILIENTE

Perché la circolarità non basta?
Perché la resilienza degli ambienti
urbani deve diventare la base delle
nuove ideologie progettuali?

DISASTER RELIEF ARCHITECTURE

In cosa consiste l'architettura
di emergenza? Quali sono gli
elementi che caratterizzano la
gestione del recupero?



UNA RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE

QUALI SONO LE OPPORTUNITÀ PER UNA
RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE SUCCESSIVA
AD UNA CATASTROFE?

DISASTRI E OPPORTUNITÀ

In un luogo colpito da una catastrofe naturale improvvisamente accade qualcosa di speciale: in quegli istanti la terra si riappropria di ciò che è suo, e nel fare questo, si prende non solo quello che originariamente le apparteneva, ma anche tutto quello che il tempo e gli avvenimenti hanno portato in quel luogo. E così si crea un nuovo punto di partenza che, nonostante le difficoltà apparenti, sembra essere il momento più adatto per l'applicazione degli approcci di circolarità e resilienza trattati precedentemente. Questo

momento carico di volontà politica e di desiderio di agire è caratterizzato da un picco massimo di informazioni riguardo alle debolezze dell'ambiente costruito - le quali per altro sono state distrutte dal disastro e di fatto non creano più un vincolo per quanto riguarda la ricostruzione. Inoltre, variabile di importanza determinante, durante il periodo che segue un disastro, le risorse economiche disponibili, compresi i considerevoli finanziamenti straordinari, raggiungono dei livelli che in condizioni standard sarebbero impensabili e, se correttamente sfruttate, possono offrire una grande opportunità non

solo per ricostruire, ma per farlo in un'ottica di potenziamento delle qualità urbane e per la riduzione della vulnerabilità che non hanno permesso a quel contesto di poter resistere alla catastrofe, costituendo di fatto degli epiloghi infausti.

Nonostante queste enormi opportunità che sulla carta sembrano essere totalmente favorevoli ad una ricostruzione virtuosa, la tendenza delle autorità locali è quella di attuare dei processi di ricostruzione mirati meramente al rimpiazzo degli elementi urbani e dei servizi che sono stati danneggiati. D'altro canto la tempestività degli interventi è essenziale in quanto il tema principale che non è assolutamente possibile posticipare è quello della sofferenza umana acuta: gli aiuti umanitari spesso seguono delle dinamiche affrettate, che dal punto di vista della programmazione hanno poco da condividere con i processi che caratterizzano una ricostruzione efficace per la resilienza, la quale richiede riflessione, discussione e creazione del consenso della comunità.

Una ricostruzione efficace di un ambiente costruito colpito da

catastrofe verte, per l'appunto, su una serie di priorità che vanno oltre al disastro, ma che mirano alla creazione di caratteristiche di resilienza sia nell'ambiente costruito che nella dinamiche sociali: l'attenuazione della povertà, il miglioramento della salute e lo sviluppo dell'offerta dei servizi alla comunità sono alcuni degli obiettivi che vengono integrati in questi piani virtuosi di ricostruzione successivi a un disastro.

Se da un canto un piano per un ambiente costruito resiliente può facilmente contribuire all'ottenimento degli obiettivi minimi previsti per le operazioni di recupero, altri programmi di ricostruzione meno completi, proprio in virtù della loro semplicità possono apparire più interessanti e vantaggiosi a causa della loro capacità di fornire risultati basilari in un lasso di tempo più breve. Le problematiche sono destinate ad emergere soltanto nel lungo periodo, quando l'ambiente costruito riedificato fallisce nel fronteggiare nuove sollecitazioni, o non è in grado di accogliere dei cambiamenti proprio a causa della mancata riconfigurazione dello stato originale.

Un approccio pragmatico allo sviluppo di un ambiente costruito resiliente deve essere in grado di fronteggiare queste difficoltà "di progetto", consapevole dell'importanza di avviare questo processo nella fase iniziale della ripresa, in quanto il mancato esame preliminare degli obiettivi di ricostruzione a lungo termine, può vanificare o minimizzare gli sforzi di resilienza per il futuro.

Sfruttare le opportunità di una ricostruzione virtuosa, in grado di accogliere i dettami di circolarità e resilienza è quindi fondamentale per aiutare una società colpita da un disastro a raggiungere obiettivi mirati allo sviluppo, piuttosto che alla ricostituzione di uno stato di fatto antecedente.

I DISASTRI SPESSO RAPPRESENTANO L'OPPORTUNITÀ DI ATTUARE DELLE POLITICHE CIRCOLARI E DI RESILIENZA CHE IN UNA CONDIZIONE NORMALE NON SAREBBERO POSSIBILI.

CATASTROFI E CIRCULARITÀ

QUALI SONO GLI APPROCCI PER L'ARCHITETTURA DEL FUTURO? LA CIRCULARITÀ È APPLICABILE ANCHE NEGLI AMBITI DI EMERGENZA?



Hiroshi Nakamura & NAP, Kamikatz Public House

COSA È L'ECONOMIA CIRCOLARE?

“Chiudere il cerchio. Progetto, prodotto, ambiente” era il titolo di un convegno che si è svolto presso il Politecnico di Milano nel 1990. La grande avanguardia dei temi proposti ormai trent'anni fa, ancora discussi ed presenti in abbondanza sulle bocche degli architetti contemporanei, ha fatto di queste poche parole un vero e proprio slogan. “Chiudere il cerchio”, nella sua semplicità ed estrema sintesi, è diventato una linea guida che sempre più persone, nei più disparati ambiti, hanno iniziato ad adottare con la presa di coscienza dei sempre più evidenti limiti dello sviluppo umano. Fermarsi, smettere di produrre, di consumare e iniziare a conservare con quella saggezza che ha caratterizzato i nostri antenati in tempi di povertà. Questi dettami

dal sentore anacronistico erano un campanello di allarme che suonava stonato in un'epoca in pieno boom economico, dove lo straordinario sviluppo economico ha determinato un'inaspettata e improvvisa ricchezza e una percezione infinita della disponibilità di prodotti per i consumatori. I nuovi materiali come la plastica spopolavano come mai prima nella storia e lo sviluppo dei trasporti consentiva sia un approvvigionamento di risorse provenienti da lontano che, al contempo, la distribuzione in tutto il globo dei nuovi prodotti. In questa società dei consumi, come già definita precedentemente, la correlazione fra uomo e ambiente, l'aumentare incontrollato delle discariche e l'inquinamento, non erano ancora percepiti come un vero e proprio problema del quale occuparsi con l'estrema urgenza che ancora oggi fatica a caratterizzare gli approcci di sostenibilità da parte di alcune istituzioni.

Il modello lineare a crescita infinita appena descritto, basato su estrazione, produzione, consumo e scarto (take-make-dispose), oltre che alla depredazione della terra delle sue materie prime naturali e la produzione di una quantità

sempre maggiore di scarti, ha un carattere nascosto e infimo che ne peggiora enormemente gli effetti: i prodotti invecchiano sempre più velocemente. In questo caso il riferimento non è verso l'obsolescenza programmata, quanto a quella percepita: i consumatori, secondo questo schema, necessitano sempre più velocemente di una sostituzione del bene a causa di necessità che non sempre sono razionali, ma che spesso sono innescate da strategie di marketing più o meno consapevoli.

Con il passare del tempo e alla luce delle crisi economiche e ambientali che si susseguono negli anni il modello economico lineare sta lasciando spazio, ancora principalmente a livello teorico, al concetto di circolarità. Il modello non si limita al processo di riduzione dei consumi e della decrescita, che ben potrebbe essere applicato anche all'economia lineare, ma come suggerisce il suo nome, interviene a livello organizzativo sui processi di produzione cercando la circolarità della materia, eliminando così il concetto stesso di rifiuto come lo conosciamo oggi. Questo principio, denominato economia circolare,

è diventato così importante per le nazioni (soprattutto quelle europee) tanto da diventare un vero e proprio obiettivo da raggiungere per uno sviluppo economico che abbia come obiettivo non solo la redditività e il profitto, ma anche il progresso sociale e la salvaguardia dell'ambiente.

L'ECONOMIA CIRCOLARE È “PER SUA NATURA RIGENERATIVA, MIRA AD ASSICURARE LA PIÙ ELEVATA UTILITÀ E VALORE NEL TEMPO, DIFFERENZIANDO ADEGUATAMENTE I CICLI TECNOLOGICI DA QUELLI NATURALI”¹

Richiamando il concetto di complessità che è stato esposto nel capitolo “Il disastro chiamato rifiuti”, il sistema circolare prevede che allo sviluppo economico lineare tradizionale vengano aggiunte una serie di variabili tali da sradicare una visione troppo semplificata (lineare, per l'appunto), a favore di una quanto più completa

possibile. Per l'economia circolare il focus si pone alla macro scala, considerando il ciclo di produzione del singolo prodotto in un contesto ricco di nuove sinergie fra imprese attraverso lo scambio di materie di scarto per il ciclo produttivo di una, ma di risorsa per l'attività di un'altra. In questo modo potranno entrare in scena una nuova generazione di processi produttivi, e perché no, anche di utilizzatori che inizieranno a vedere i rifiuti come quello che dovrebbero

essere: una risorsa incredibile per la produzione di nuovi beni. Tutti questi modelli considerano i rifiuti quindi non come un'ultima e definitiva produzione della società che deve essere eliminata, ma come una risorsa rinnovabile per un continuo fare e creare.

I suddetti concetti circolari sono l'essenza della società a zero rifiuti, la quale continua a produrre scarti, ma è in grado di valorizzarli e di considerarli materie prime secondo

la regola delle tre R: Ridurre, Riutilizzare e Riciclare. Nel 2004 la Zero Waste International Alliance ha elaborato una definizione di tale filosofia: *"Zero Waste è un obiettivo etico, economico, efficiente e visionario, per guidare le persone a cambiare il loro stile di vita e le loro pratiche per emulare cicli naturali sostenibili, dove tutti i materiali scartati sono progettati per diventare risorse per altri. Zero Waste significa progettare e gestire*

PROGETTARE ELIMINANDO SPRECHI E INQUINAMENTO

I rifiuti e l'inquinamento non sono sottoprodotti casuali, ma sono le conseguenze dirette delle scelte prese a livello progettuale, dove circa l'80% degli impatti ambientali vengono determinati. Cambiando approccio e iniziando a vedere lo spreco come un difetto di progettazione è possibile dare un taglio netto alla produzione di inquinamento ancora prima di produrre un oggetto.

AUMENTARE IL CICLO DI VITA DEGLI OGGETTI

Per poter funzionare, l'economia circolare necessita che i prodotti e i materiali vengano mantenuti all'interno del sistema. Per questo è necessario progettare degli oggetti che siano durevoli, che possano essere riparati e riutilizzati. E quando gli oggetti non possono durare all'infinito (come per esempio i contenitori alimentari) bisogna essere in grado di recuperarne i materiali per poter riavviare il circolo.

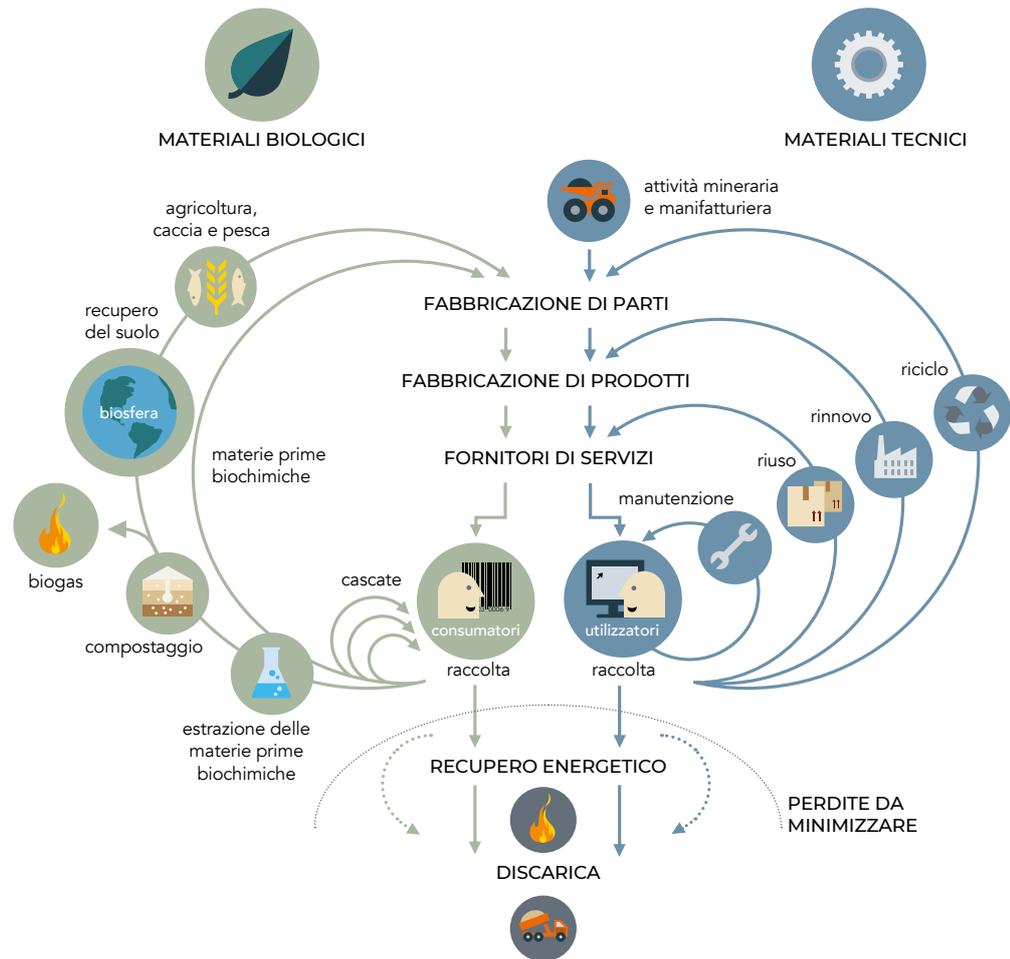
RIGENERARE I SISTEMI NATURALI

In natura il concetto di scarto non esiste. Se fin ora i primi tentativi di approccio sostenibile abbiamo cercato di avere un impatto minore sulla natura, secondo l'economia circolare è necessario avere un'azione migliorativa. L'obiettivo è quello di potenziare le risorse naturali restituendo alla terra le sostanze che negli anni sono state sradicate dagli ecosistemi.

prodotti e processi per evitare ed eliminare sistematicamente il volume e la tossicità di rifiuti e materiali, conservare e recuperare tutte le risorse, e non bruciarle o soterrarle. L'attuazione di Zero Waste eliminerà tutti gli scarichi verso terra, acqua o aria che rappresentano una minaccia per la salute del pianeta, umana, animale o vegetale."

Una società senza sprechi, considerando questo punto di vista, è in grado di integrarsi con dei processi autorigenerativi, in cui i materiali di origine naturale sono destinati ad essere riassorbiti e processati dalla biosfera, e dove quelli tecnologici vengono progettati per essere rivalorizzati senza entrare a far carico della biosfera e quindi senza essere considerati rifiuti.

Adottare un approccio circolare significa ripensare a tutte le fasi della produzione a cui siamo tradizionalmente legati e allo stesso tempo prestare attenzione alla filiera coinvolta nell'intero ciclo di vita di un bene. A questo proposito la Fondazione Ellen MacArthur ha stilato tre principi fondamentali per l'economia circolare (presentati a pagina 44), i quali si rivolgono non solo alle imprese e ai governi, ma anche e



Fonte: Ellen MacArthur Fondtion

LA QUESTIONE IN GIOCO È: SIAMO IN GRADO DI UTILIZZARE QUESTA CONOSCENZA PER CAMBIARE LA NATURA, IL DESIGN, LA COMPOSIZIONE O IL CARATTERE DEI PRODOTTI PER IMPEDIRE CHE SIANO VISTI COME RIFIUTI SUBITO DOPO IL LORO UTILIZZO?

I RIFIUTI “NON SONO ALTRO CHE I BENI A CUI SONO STATI SOTTRATTI SIA IL VALORE D’USO CHE QUELLO DI SCAMBIO²”. CON L’ECONOMIA CIRCOLARE È POSSIBILE RIPRISTINARE IL VALORE D’USO TRAMITE IL RECUPERO DEL VALORE DI SCAMBIO, DA RICERCARE NELLA MATERIA PRIMA DA RECUPERARE E REIMMETTERE NEL CICLO DI PRODUZIONE.



David Chipperfield, Moka coffee pot

soprattutto alla società, alle persone comuni, le quali hanno il potere finale del cambiamento.

MATERIA PRIMA, MATERIA PERMANENTE

Oltre al miglioramento dei processi industriali per la riduzione dei consumi e dei costi di produzione, la sfida principale che l’economia circolare intende affrontare punta ad aumentare il livello di permanenza della materia nel sistema economico.

In questo modo, grazie alle innovazioni tecnologiche, l’obiettivo è quello di raggiungere e di aumentare il numero massimo di cicli di vita che un materiale può attraversare prima di perdere le sue caratteristiche prestazionali. Alcuni materiali minerali e metallici come il vetro, l’alluminio e l’acciaio, hanno già raggiunto questo target da tempo in quanto il semplice

apporto di energia permette una riconfigurazione della materia e consente al processo di riciclo di ripetersi infinitamente. Il problema in questo caso si pone ad esempio con i materiali di origine vegetale i quali faticano a mantenere una prestazione costante fra i cicli di lavorazione e perciò trovano applicazioni in settori che si adattano alla diminuzione delle caratteristiche, secondo un processo di downcycling³. Un materiale che segue questo iter è la cellulosa, la quale ad ogni ciclo di lavorazione diminuisce le sue prestazioni e di volta in volta passa a svolgere dei compiti sempre meno nobili, operando di fatto un abbassamento di livello e una diminuzione delle possibilità di una successiva reintroduzione nel ciclo produttivo. Non tutti i materiali di origine vegetale hanno però lo stesso inconveniente della cellulosa: i progressi tecnologici che fanno da fondamento e cardine all'economia circolare hanno permesso, ad esempio, di poter sviluppare nuove filiere per il riciclo del PLA⁴, un biopolimero dalle proprietà tecniche elevate che, al contrario della plastica, ha anche la possibilità di essere mandato a compostaggio quando non è più in grado di soddisfare gli

standard prestazionali. Fondamentalmente la linea di progresso che si intende perseguire è quella dell'individuazione di nuovi processi di recupero della materia in grado di mantenere e persino migliorare le prestazioni originarie secondo un'ottica di upcycling⁵. Questi materiali quindi non solo si presentano come protagonisti dell'economia circolare, ma spiccano per le loro prestazioni elevate e per l'incredibilmente alto contenuto di tecnologia. In molti casi si tratta di prodotti tangibili e già largamente accettati dai consumatori, basti pensare al settore tessile, dove le fibre sintetiche di recupero hanno prestazioni talmente alte da risultare insostituibili. Tutto ciò rientra in una dinamica industriale, dove grandi quantità di materia di scarto, sotto forma di prodotti che hanno raggiunto la fine del loro ciclo di vita, viene processata, ottenendo materiali e manufatti dalle prestazioni migliorate in grado di mantenere le loro caratteristiche per più cicli di vita, perseguendo così l'ottica di materia prima permanente.

Ovviamente in un sistema economico l'offerta non è scollegata dalla domanda, è

per questo che la prospettiva a livello di mercato è quella di scardinare, come già fatto nel sopracitato settore tessile, il luogo comune per il quale la materia di recupero venga percepita come un prodotto sporco e di seconda scelta. In un'ottica di materia prima permanente è necessario che vi sia un equilibrio fra l'innovazione tecnologica fornita dai produttori per la manifattura di beni concorrenziali, e la consapevolezza del consumatore nel richiedere alle aziende dei prodotti costituiti da materiali circolari con delle caratteristiche tali da favorire l'acquisto di questi rispetto a quelli tradizionali.

PRODOTTO VS. EDIFICIO

L'obiettivo della circolarità, come visto, è un processo di conversione estremamente impegnativo dei sistemi economici e produttivi tradizionali verso un aumento della consapevolezza degli impatti ambientali causati dalle attività umane e verso una diminuzione dell'uso delle risorse vergini a favore di quelle di recupero. In particolar modo per l'architettura queste operazioni assumono delle connotazioni specifiche che determinano una

notevole differenza dagli altri settori industriali. Infatti, se un prodotto edilizio in molti campi è paragonabile ad un manufatto industriale standard, in altri casi e soprattutto in quello dell'economia circolare, è più opportunamente definibile come un grande insieme di prodotti e materiali costituenti che collaborano per la creazione di un sistema edilizio, ma dove allo stesso tempo - e in modo sempre più marcato - queste parti sono intercambiabili e svincolate le une dalle altre.

PER L'ECONOMIA CIRCOLARE L'ARCHITETTURA È UN INSIEME DI PRODOTTI E MATERIALI SVINCOLATI FRA DI LORO CHE COLLABORANO PER LA CREAZIONE DI UN UNICO SISTEMA EDILIZIO.

Questo punto di partenza è fondamentale per riuscire a comprendere fino in fondo la difficoltà e allo stesso tempo

l'enorme efficacia dell'applicazione dell'approccio circolare ai sistemi edilizi. Tendenzialmente molti dei metodi che normalmente vengono impiegati per valutare l'impatto ambientale dei prodotti di consumo e la sua mitigazione non sono sempre direttamente replicabili nelle costruzioni, se non con delle approssimazioni tali da renderli poco affidabili. Allo stesso tempo, proprio in virtù della concezione dell'architettura come un insieme di elementi, è possibile attuare una serie di processi migliorativi basati su sistemi ad hoc in grado di attuare una vera transizione dal sistema tradizionale della tradizione verso una vera e propria architettura circolare.

Un'altra caratteristica che contraddistingue in modo netto l'architettura, è il forte sbilanciamento delle fasi del ciclo di vita rispetto ad un prodotto industriale standard, con una dilatazione estrema della fase di uso e manutenzione, la quale proporzionalmente risulta predominante sulle fasi di progetto, costruzione e di dismissione. In particolare, pratica ad oggi marginale o persa in buona parte degli altri settori di consumo, la manutenzione resta un

processo fondamentale nel campo dell'architettura.

Il consumo dei beni di uso comune (che in economia coincide con l'uso), dà luogo ad una repentina perdita della loro utilità, questo significa che il bisogno ad essi collegato viene soddisfatto in maniera più o meno definitiva. Per questo motivo, secondo le logiche consumiste, il bene viene dismesso, processato e reinserito nel mercato sotto una nuova forma, in un nuovo ciclo di vita.

Ma al contrario, nel caso dell'edilizia, l'utilità fornita da un bene (ad esempio da una casa), non svanisce tanto per il soddisfacimento del bisogno collegato, quanto per l'incapacità progressiva del bene di mantenere una determinata costanza nel soddisfare il bisogno insediativo. Queste dinamiche di obsolescenza interessano le parti che costituiscono l'edificio in modo differenziato e in momenti diversi della sua fase d'uso e sono identificabili nei fallimenti dei singoli componenti o impianti, come ad esempio la rottura di un sistema di riscaldamento o il deterioramento di un manto di copertura. Dato che non è possibile per questioni sia economiche

L'UTILITÀ CHE FORNISCE UN EDIFICIO NON SVANISCE PER IL SODDISFACIMENTO DI UN BISOGNO, MA PER L'INCAPACITÀ DI MANTENERE COSTANTE NEL TEMPO LE SUE PRESTAZIONI. LA MANUTENZIONE INTERVIENE PER RIPRISTINARE LO STATO ORIGINARIO E ALLUNGARE COSÌ IL CICLO DI VITA UTILE.

che pratiche riedificare un'unità insediativa ad ogni variazione dell'utilità dell'edificio, la manutenzione è una prassi che non è stata persa in questo settore proprio perché consente di rialzare l'utilità riportandola allo stato originario, o quantomeno in una condizione adeguata a soddisfare il bisogno di quel momento.

In questo modo, proprio grazie ai processi manutentivi, l'equilibrio fra il bisogno e l'utilizzo di un bene è destinato a mantenersi stabile fino alla condizione finale di annullamento del bisogno (ad esempio con il fallimento di un'azienda, quando decade il bisogno di uffici soddisfatto da quel determinato edificio), o di ammaloramento dell'intero sistema (come nel caso di un cedimento strutturale irrimediabile o di azioni esterne catastrofiche come alluvioni o terremoti).



Bob Segal, LaSalle Street Bridge Bolts



风之舞者, Demolition

ECONOMIA CIRCOLARE E ARCHITETTURA DI EMERGENZA

Focalizzare l'attenzione sul ciclo di vita degli elementi di un edificio piuttosto che sull'edificio stesso, è la chiave di lettura che consente di applicare in modo efficace i dettami dell'economia circolare all'architettura. In base al contesto di partenza, però, questi approcci assumono dei caratteri diversi, in modo da adattarsi nella maniera più adeguata al caso specifico e allo stesso tempo ottenere la linea omogenea di risultati ambiti dall'economia circolare.

Nel tentativo di perseguire la circolarità nell'architettura, però, ci si scontra con una quantità estremamente eterogenea di edifici, costruiti con delle caratteristiche che non sempre nascono da ideologie di smontaggio e di recupero. Dopotutto, tutt'ora

OGGI PENSARE DI ACCORCIARE IL PERIODO DI VITA UTILE DI UN EDIFICIO, O PENSARE DI MANIPOLARLO, SIGNIFICA APRIRE UN PROBLEMA DI GESTIONE DELLE SUE MACERIE, O PROGETTARLO IN MODO CHE QUESTE MACERIE SIANO POCHE, O ANCORA CHE SIANO COMPOSTE DA PARTI INTEGRE O OMOGENEE, IN MODO DA POTER ESSERE RIUTILIZZATE O RICICLATE AL MEGLIO⁶.

i processi di ideazione degli edifici faticano a considerare il trattamento di fine vita come una parte integrante della progettazione e la tendenza principale è quella di non considerare che prima o poi, in modo naturale o a causa di eventi inattesi, l'edificio possa raggiungere uno stato tale da non poter più rispondere alle caratteristiche funzionali, strutturali o ambientali. Anche in questi casi, nonostante non sia possibile recuperare interamente le componenti edilizie da avviare al riuso, resta possibile recuperare i materiali per mezzo di accorgimenti particolari e, quando possibile, con la demolizione selettiva. In questo modo è possibile separare le diverse categorie di materiali, i quali vengono stoccati in cantiere in frazioni separate. Dal punto di vista pratico le operazioni vengono eseguite con gli stessi attrezzi e macchinari della demolizione tradizionale, i quali però vengono utilizzati con degli accorgimenti tali da produrre materiali in uscita dal processo caratterizzati da una qualità nettamente superiore, così da favorirne un maggiore tasso di recupero.

Al fine di migliorare la gestione delle risorse, la Commissione

Europea nel 2016 ha pubblicato il Protocollo per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, il quale nel 2018 è stato tramutato nella direttiva 2018/851/UE. Gli obiettivi introdotti promuovono la demolizione selettiva e la creazione di un sistema di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione a supporto degli obiettivi di riutilizzo, riciclaggio e di recupero della materia che già erano presenti nella direttiva del 2008.

Applicare i dettami dell'economia circolare all'architettura implica il fatto che la sostenibilità deve essere perseguita in ogni situazione, non solo quando è possibile avere un controllo totale sulle operazioni da eseguire. È quindi opportuno in questa sede poter uscire dai procedimenti standard, i quali hanno una posizione predominante nei testi, a favore di quelle situazioni che hanno la necessità di un intervento mirato e quanto più calzante allo stato in cui versano. In particolare, questo è il caso degli approcci da adottare a seguito di eventi catastrofici: in queste eventualità la demolizione avviene con delle modalità assolutamente fuori dal controllo umano e produce dei materiali di risulta difficili da recuperare. Anche per questi edifici,

seppur con risultati non paragonabili alle metodologie controllate, grazie alle nuove tecnologie e all'ingegno progettuale, è possibile ottenere dei vantaggi dal punto di vista ambientale, edilizio e sociale tali da rendere l'approccio circolare una possibilità estremamente vantaggiosa. Seguendo questa ideologia, tutte le operazioni di costruzione e di ricostruzione possono essere eseguite seguendo delle linee di pensiero che mirano già nelle prime fasi di concezione a favorire la separabilità dei materiali per mezzo di tecnologie a secco che si basano su elementi e strati di materiale che vengono accoppiati per mezzo di giunture reversibili, preferendo ad esempio la bullonatura alla saldatura e l'incastro all'incollaggio, più flessibili e rispettose del ciclo di vita dei materiali da costruzione. In questo modo gli elementi possono collaborare fra di essi mantenendo comunque la loro unità materica, la quale può essere recuperata al momento del disassemblaggio, quando, con uno sforzo minimo, il sistema viene scomposto e i vari componenti, se ancora utilizzabili, possono essere reinseriti in nuovi sistemi e riutilizzati tal quali, o al contrario avviati al recupero del materiale di cui sono composti.

COMPONENTI ADATTIVI, RICOSTRUZIONE RESILIENTE

PERCHÉ LA CIRCOLARITÀ NON BASTA?
PERCHÉ LA RESILIENZA DEGLI AMBIENTI
URBANI DEVE DIVENTARE LA BASE DELLE
NUOVE IDEOLOGIE PROGETTUALI?

COSA È LA RESILIENZA?

Resilienza, che deriva dal latino *resilire*, ossia rimbalzare, è un termine che viene adottato per la prima volta nel campo della fisica, per dare un nome alla caratteristica di un materiale di assorbire energia ad una sollecitazione meccanica, e di rilasciarla una volta venuta meno. Successivamente anche la psicologia si appropria di questa voce, usandola per definire la capacità di un individuo di far fronte ad un certo carico di stress.

Solo negli ultimi anni questo termine è entrato a far parte anche del mondo architettonico, trasportato dalle urgenti tematiche ambientali e di sostenibilità. In questo caso il tema della resilienza è da interpretare come la possibilità di un sistema, alla scala edilizia o urbana, di adattarsi e di reagire adeguatamente alle trasformazioni, anche catastrofiche, del contesto, ritornando all'equilibrio originale (resilienza ingegneristica) o evolvendosi alla ricerca di un nuovo equilibrio (resilienza ecostistemica).





Formalmente l'aspetto resiliente di un progetto può essere rafforzato attraverso il potenziamento delle capacità di assorbimento, adattive e trasformative.

La capacità di assorbimento è l'abilità di un sistema, tendenzialmente predeterminata a livello progettuale, di prepararsi, mitigare o prevenire un impatto negativo utilizzando delle strategie atte a mantenere vitali le funzioni e le strutture fondamentali. In questo caso il riferimento è diretto, ad esempio, alle strutture antisismiche, le quali sono in grado di assorbire le sollecitazioni del terreno e mantenere un'integrità tale da minimizzare i danni al resto del sistema.

Il passo successivo alla ricerca della resilienza consiste nella capacità adattiva, ossia la possibilità di un sistema di modificare le sue caratteristiche e azioni per moderare un potenziale danno e di avvantaggiarsi di determinate opportunità causate dalla trasformazione, per continuare a fornire le funzioni e prestazioni strutturali originarie. A questa capacità corrisponde la perdita di rigidità del sistema a favore, ad esempio, di sistemi di paratie

mobili che proteggono il sistema in caso di alluvione.

La capacità trasformativa/metamorfica, infine, coincide con l'attuazione di cambiamenti profondi allo stato di fatto per la creazione di un sistema completamente nuovo, in grado di fornire le funzioni e le prestazioni strutturali adeguate alla trasformazione in atto ed evitare che questa possa avere impatti negativi. La differenza fra trasformazione e metamorfosi sta nella tipologia di interventi che vengono applicati e nei target che vengono posti. Si parla di metamorfosi, nel caso in cui gli interventi che vengono applicati siano mirati alla ricerca di un nuovo equilibrio basato sulle nuove condizioni ambientali, mentre di trasformazione nel caso in cui i suddetti interventi siano adoperati per ripristinare quanto più possibile il sistema originale, considerato come unica situazione di equilibrio.

Questo ritorno alla condizione iniziale, tipica della resilienza ingegneristica, è strettamente collegato alla resistenza, un concetto che veicola una condizione statica di "superiorità" dei sistemi e dei materiali agli

LA RESILIENZA È DEFINIBILE COME LA CAPACITÀ DI UN SISTEMA DI SOPPORTARE UN CERTO LIVELLO DI DISTURBO, SENZA CAMBIARE IL PROPRIO STATO E LA QUALITÀ FUNZIONALE DELLA PROPRIA STRUTTURA.

eventi che li trasformano. In questo caso il sistema è predominato da elementi rigidi che tendono ad adottare caratteri di permanenza e ad essere dominanti nei confronti dell'ecosistema in cui sono inseriti. Si parla infatti di capacità di assorbimento, adattive e trasformative rigide, in quanto sono rivolte all'unica condizione di equilibrio originale.

Fondamentale per l'introduzione del paradigma della resilienza ecosistemica, è stato l'abbandono del concetto di robustezza, il quale viene contrapposto con il dinamismo. In questo modo agli eventi suddetti vengono fatti corrispondere delle risposte di assorbimento, adattive e

metamorfiche di tipo elastico, in modo da attivare dei cambiamenti alla configurazione del sistema alla ricerca di un nuovo equilibrio, il quale non è per forza quello originale, ma è in grado di ponderarsi alla nuova condizione ambientale. In particolare, la resilienza ecosistemica *ammette l'esistenza di diversi possibili stati di equilibrio, che non inducono un ritorno a uno stato iniziale, ma piuttosto iscrive i sistemi all'interno di traiettorie*¹.

Un esempio di architettura resiliente è costituito dall'IMA, l'Institut du Monde Arabe di Parigi. Negli anni '80 Jean Nouvel, attraverso la reinterpretazione di una geometria tipica della tradizione araba, i moucharabiehs, compone una facciata "cinetica" costituita da diaframmi metallici comandati da cellule fotoelettriche, le quali uniscono le prestazioni edilizie alla ricerca del carattere architettonico per l'edificio in questione. Nello specifico questi elementi sono in grado di riparare l'edificio dalla luce estrema, assolvendo alle caratteristiche resilienti di assorbimento, ma allo stesso tempo riescono a controllarla per mezzo delle proprietà adattive, avvantaggiandosi delle opportunità





della luce incidente, modulandola per la creazione di condizioni di comfort luminoso interno.

RESILIENZA A PARTIRE DAI COMPONENTI

La dimensione resiliente, come si può dedurre dall'esempio sopra citato, nasce a partire dalle caratteristiche adattive dei singoli componenti, i quali però devono essere sapientemente messi in relazione per la creazione dell'unicum chiamato edificio.

Tuttavia con il passare del tempo le tecnologie basate sulle prestazioni non hanno ancora mostrato fino in fondo il loro pieno potenziale e comunque non vengono adottate in modo diffuso nella progettazione degli edifici. Infatti, per ottenere uno sviluppo della resilienza degli edifici, è necessario innanzitutto ricercare l'adattività nelle sue componenti, migliorando in questo modo le loro risposte alle condizioni ambientali.

I cosiddetti materiali e componenti adattivi quindi possono essere definiti come quei prodotti che non solo sono caratterizzati da bassi consumi energetici ed ecosostenibilità, ma che perseguono questi obiettivi

interagendo con l'ambiente circostante in maniera dinamica e continuativa. Queste caratteristiche permettono ai sistemi di modificarsi spontaneamente, sia a livello materico grazie a stimoli esterni come temperatura e sforzo meccanico, sia a livello di sistema, attraverso dispositivi di monitoraggio e di azionamento, per esempio, con l'applicazione di corrente elettrica o di un campo magnetico.

Un esempio, che in qualche modo è possibile considerare come una sorta di evoluzione ingegneristica della facciata dell'Institut du Monde Arabe di Jean Nouvel sono i vetri elettrochimici, i quali hanno la capacità di variare la loro trasparenza, e quindi la trasmissione luminosa in funzione dell'intensità della luce che li colpisce a causa del diverso orientamento dei cristalli liquidi contenuti al loro interno per mezzo di una stimolazione elettrica.

Non solo soluzioni tecnologiche, infatti anche espedienti con una quantità minima di tecnologia incorporata possono essere considerati adattivi. Un sistema composto da gabbioni metallici², seguendo questa linea, è in grado di esprimere l'adattività in modo

lampante: se in condizioni ordinarie, di progetto, è in grado di esprimere un'ottima capacità di assorbimento delle sollecitazioni, è in un contesto eccezionale che, collaborando in modo monolitico, le singole parti che lo compongono sono in grado di esprimere la capacità adattiva attuando riconfigurazioni interne del materiale di riempimento, aumentando così le prestazioni strutturali.

RESILIENZA E CIRCULARITÀ

L'Europa negli ultimi decenni è stata a capo dell'iniziativa che ha interessato l'intero globo alla ricerca dell'efficienza energetica degli edifici, imponendosi come scadenza il 2021, l'anno per la creazione della nuova generazione di edifici NZEB³, ossia ad energia quasi zero. Con il passare degli anni, il progredire della tecnologia e l'aumento della consapevolezza sulle tematiche relative alla sostenibilità, però, le istituzioni si sono rese conto che questo obiettivo è in grado di coprire solo una parte dell'impatto ambientale causato dal settore edilizio (ossia quello dei consumi e delle emissioni), mentre dovrebbe avere una visione molto più ampia, in grado di poter controllare

l'interezza degli impatti. Per evitare una crisi climatica, l'Unione Europea ha inserito un nuovo obiettivo attraverso Level(s)⁴, con il quale si prospetta un enorme cambiamento culturale verso azioni e politiche per il raggiungimento di un'economia internazionale a zero emissioni nette.

Nel perseguire questo scopo è fondamentale adottare un modello di intervento che sia in grado di incorporare e di interagire con le innovazioni tecnologiche e gli approcci circolari in un iter progettuale più articolato, in cui i materiali adattivi siano in grado di collaborare in una vera e propria architettura resiliente. Questo modello di intervento, definibile crossover, riposiziona soggetti, ruoli, modalità e finalità delle innovazioni tecnologiche circolari in un quadro completamente nuovo. Infatti, se da un canto l'economia circolare da sola è sicuramente in grado di ottenere la sostenibilità dell'habitat urbano e delle dinamiche umane, il modello crossover permette di migliorare la capacità di resilienza ecostemica di un manufatto architettonico per mezzo dell'uso ragionato di questi prodotti circolari, in un'ottica di equilibrio dinamico e di armonia fra le parti e



con l'ambiente circostante.

L'arricchimento funzionale prodotto dall'approccio crossover ha come effetto la definizione di una nuova posizione relativa ai prodotti

**SE DA UN CANTO
L'ECONOMIA
CIRCOLARE È IN
GRADO DI OTTENERE
LA SOSTENIBILITÀ
AMBIENTALE,
DALL'ALTRO IL
MODELLO CROSSOVER
PERMETTE DI
MIGLIORARE
LA CAPACITÀ DI
RESILIENZA DI
UN MANUFATTO
RIPENSANDO IL RUOLO
DELLA TECNOLOGIA
A FAVORE DELLA
METAMORFOSI DEI
SISTEMI, IN UN'OTTICA
DI EQUILIBRIO
DINAMICO E DI
ARMONIA FRA LE PARTI
E CON L'AMBIENTE
CIRCOSTANTE.**

industriali per l'edilizia, passando da una (non)caratterizzazione universalizzata, per la quale l'applicazione di una tecnologia poteva avvenire ovunque e comunque in un'ottica di resistenza, a una caratterizzazione ragionata, che vede il ripensamento del ruolo della tecnologia a favore della metamorfosi dei sistemi in disequilibrio, definita per mezzo di accorgimenti progettati direttamente per quel sistema e per quell'ambiente.

Per questo, si prospetta che ai processi di innovazione venga attribuito un valore aggiunto come vettore per rigenerare e riparare l'ambiente urbano nella sua totalità. Per mezzo dell'affiancamento di interventi ordinari di manutenzione del patrimonio materiale e immateriale e di altri interventi straordinari, di natura prettamente costruttiva, per la prevenzione dei danni e per la riqualificazione (o metamorfosi) alla ricerca di un equilibrio, *il paradigma della resilienza riporta gli obiettivi della sostenibilità direttamente nei paesaggi della quotidianità urbana, avviando un processo di conservazione e produzione di valori economici e sociali e non più e solo estetici e ideologici*⁵.



DISASTER RELIEF ARCHITECTURE

IN COSA CONSISTE L'ARCHITETTURA DI EMERGENZA? QUALI SONO GLI ELEMENTI CHE CARATTERIZZANO LA GESTIONE DEL RECUPERO?

Relief. La scelta di utilizzare una terminologia inglese coincide con la capacità di questo vocabolo di esprimere vari significati in italiano, tutti molto interessanti e applicabili al tema delle emergenze causate da catastrofi. La prima traduzione, quella più facilmente intuibile dall'argomento della tesi è *soccorso*, locuzione che il vocabolario Treccani definisce come *aiuto, assistenza prestata a chi ha bisogno o a chi è in pericolo*¹. *Relief* si riferisce quindi all'azione che viene richiesta in modo diretto e categorico ai piani di gestione dell'emergenza e di ricostruzione del contesto urbano e sociale, fornendo tutta quella serie di elementi atti a provvedere

all'assistenza diretta alle persone che si trovano in condizioni critiche a causa del disastro.

Un secondo significato molto interessante di cui la parola italiana *soccorso* è sprovvista è *sollevio*. L'accezione del *sollevare, dell'essere sollevato da un peso, da una sofferenza fisica o morale, da una grave preoccupazione*² che il vocabolo *relief* incorpora, lo rende il termine perfettamente calzante in un'ottica di intervento post catastrofico, dove le operazioni si sono mirate al soccorso, ma in questo modo ricevono un'accezione più calda, umana, nella direzione della creazione di una condizione di *sollevio* e al conseguente aumento del benessere della collettività.

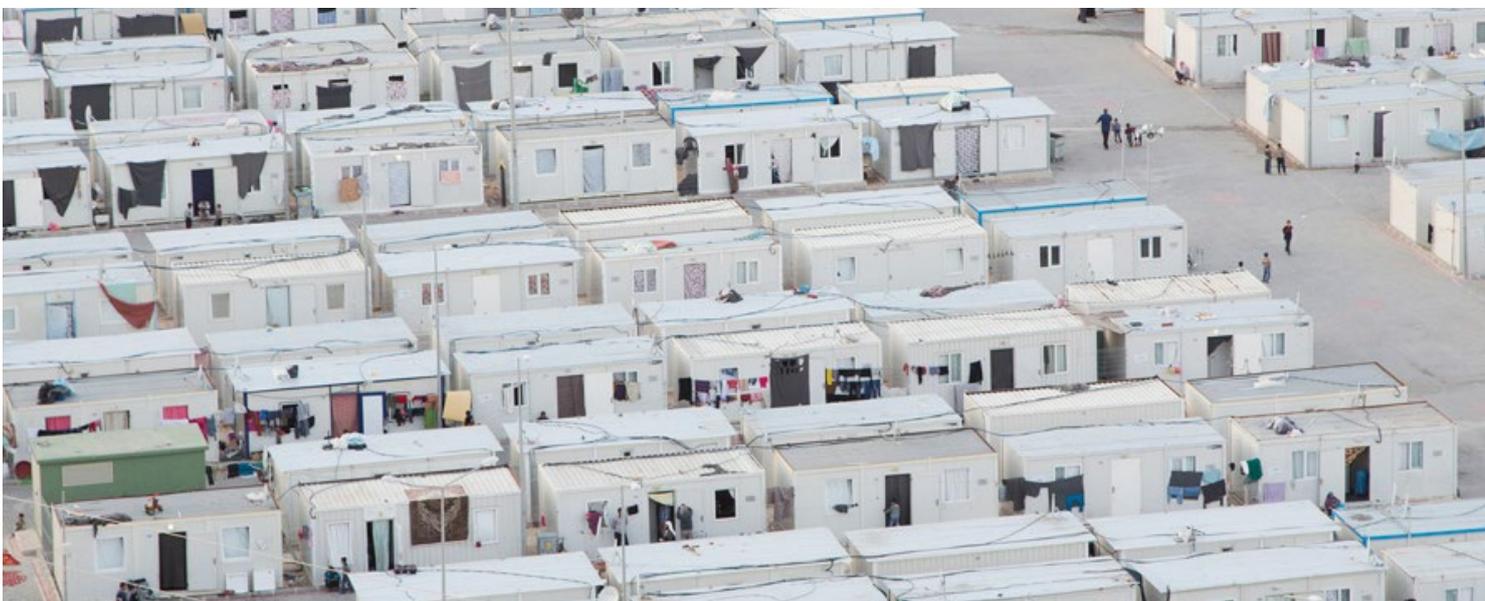
ARCHITETTURA DI EMERGENZA

Soccorso e sollievo. In un contesto straordinario come quello dell'emergenza dovuta ad una catastrofe la ricerca di questi due elementi così importanti si concretizza, architettonicamente parlando, nella figura del rifugio. Questo è il primo elemento che entra in gioco nella gestione di una catastrofe, ed è proprio attorno a questo modulo che dovrebbe svilupparsi il piano di recupero. Nella fase acuta dell'emergenza il ruolo fondamentale dell'architettura è quindi quello di ridonare alla comunità colpita dalla catastrofe,

una serie di luoghi privati e sicuri in sostituzione a quelli che sono stati distrutti o resi inagibili da delle sollecitazioni straordinarie. In queste circostanze i rifugi non solo forniscono una sistemazione a breve termine alle vittime, ma suscitano anche risvolti psicologici positivi, aiutando le persone a riprendersi dal trauma del disastro, costituendo in questo modo una base quanto più solida per avviare il processo di recupero.

Un aspetto molto interessante del rifugio, è che questa unità abitativa di emergenza, nonostante nella visione comune sia tipicamente rappresentata da una tenda, non

IN UN CONTESTO STRAORDINARIO COME QUELLO DOVUTO AD UNA CATASTROFE, LE OPERAZIONI SONO MIRATE AL SOCCORSO, NELLA SUA ACCEZIONE UMANA, ATTRAVERSO LA CREAZIONE DI UNA CONDIZIONE DI SOLLIEVO. QUESTI DUE ELEMENTI COSÌ IMPORTANTI SI CONCRETIZZANO NELLA FIGURA DEL RIFUGIO.



Tobias Hutzler, Aerial view of the sprawling Nizip II container camp.

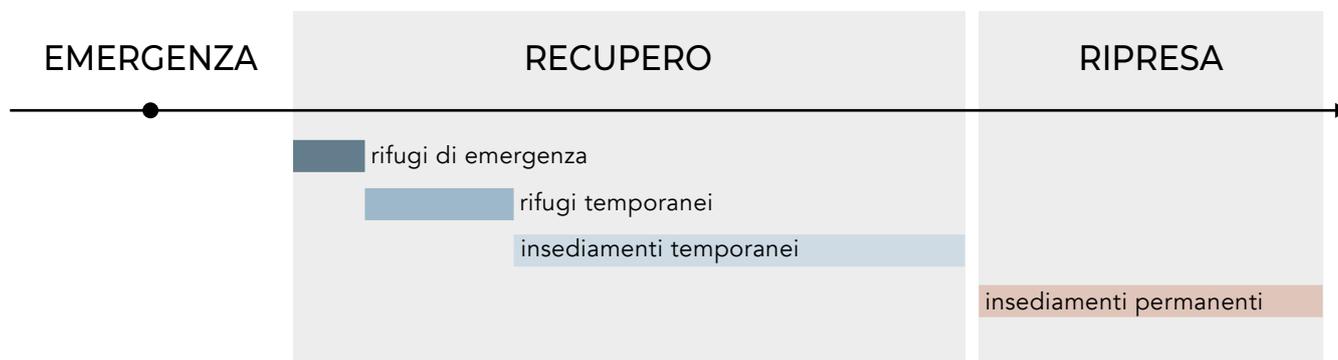
è caratterizzata da una tipologia edilizia fissa, ma al contrario l'insieme degli elementi e degli edifici in grado di assolvere la funzione di rifugio molto spesso non nascono con questa funzione. Tra questi si possono trovare le unità prefabbricate, oppure gli edifici pubblici che non hanno subito danni, come i centri di quartiere, le università, i luoghi di culto e i centri sportivi, i quali in questi casi sono sottoposti ad un repentino cambio di funzione. In alcuni casi estremi, in base alla necessità e alle risorse disponibili in quel determinato momento, anche dei teli di plastica organizzati a formare una

tenda possono assolvere, seppur temporaneamente e limitatamente, alla funzione di rifugio.

Nonostante non sia possibile categorizzare i rifugi in base al loro archetipo, esiste comunque una suddivisione molto utile dal punto di vista della gestione dell'emergenza e degli accampamenti. Questo punto di vista considera il tempo, e quindi la durata utile di un rifugio, come una discriminante in grado di determinare buona parte dei suoi caratteri e produce quattro categorie: rifugi di emergenza, rifugi temporanei, insediamenti temporanei e insediamenti permanenti.

I rifugi di emergenza, come è possibile immaginare, sono quelli che hanno una durata inferiore e che, in relazione all'entità della situazione, non sempre arriva a superare il giorno di vita. La loro utilità infatti si esaurisce generalmente nell'arco di poche ore, anche se in casi estremi è possibile che duri fino a un massimo di qualche giorno e consiste nel supportare come luogo fisico, più o meno attrezzato, tutte quelle operazioni di soccorso immediatamente successive alla manifestazione acuta del fenomeno disastroso.

I rifugi temporanei, come quelli di



A DIFFERENZA DELLA LINEARITÀ PROPOSTA NEL PRESENTARE I VARI LIVELLI DI RIFUGIO, IL SUO SVILUPPO NEI CASI REALI NON AVVIENE SEGUENDO DELLE MODALITÀ TOTALMENTE LINEARI, MA AL CONTRARIO TENDE A INTERSECCARE LE VARIE FASI PER IL SODDISFACIMENTO DELLE DIVERSE E SINGOLARI ESIGENZE.

emergenza, sono caratterizzati da una durata limitata nel tempo, che tendenzialmente non si protrae oltre a qualche settimana. Questi elementi, che fisicamente possono essere individuati in una tenda o un grande spazio pubblico al chiuso, sono indirizzati alle operazioni immediate di sollievo. Per questo motivo la priorità in questo caso è la velocità dell'intervento.

Gli insediamenti temporanei non fanno parte della gestione

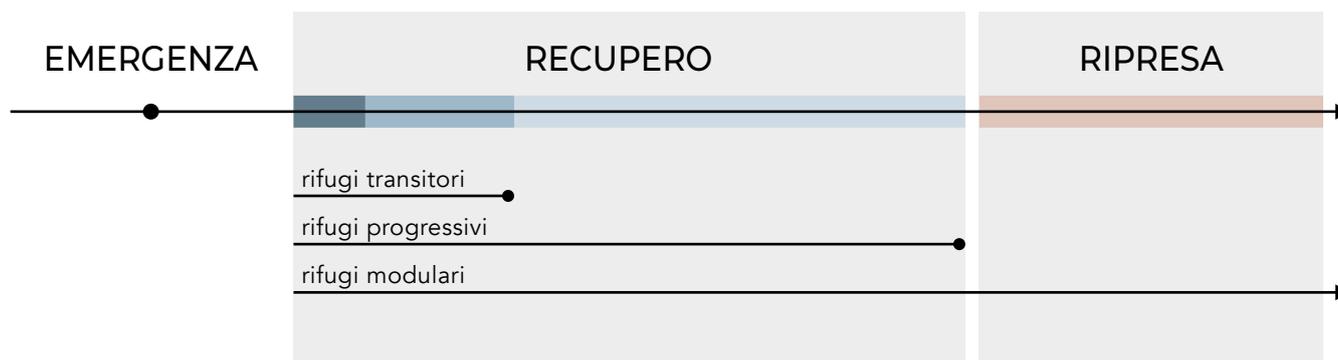
acuta dell'emergenza (sollievo e soccorso), ma vengono inseriti nei piani di recupero in un momento successivo, per permettere alla comunità di tornare quanto più possibile alle sue attività normali. Formalmente questi insediamenti possono essere costituiti da unità prefabbricate, le quali hanno una durata che varia dai sei mesi ai tre anni.

Gli insediamenti permanenti costituiscono la condizione finale del piano di recupero. Questi elementi, i quali sono destinati ad essere le residenze definitive per la comunità, possono essere edificati ex novo, derivare da operazioni di recupero del patrimonio costruito danneggiato dalla catastrofe o essere il prodotto dell'evoluzione degli insediamenti temporanei.

Come si può immaginare, la comunità che viene colpita da un disastro, prima di poter accedere alle nuove residenze permanenti tende a spostarsi fra diverse tipologie di rifugio. Tuttavia, questo spostamento non è sempre individuabile come un cambiamento fisico, quanto come un progresso formale dello stato e dell'organizzazione dell'accampamento. Per questo

motivo, alle quattro categorie di rifugio appena elencate, la IFRC o meglio detta Federazione internazionale delle Società della Croce Rossa e della Mezzaluna Rossa, nel 2013 ha affiancato una nuova suddivisione dei casi con l'intento di favorire una migliore gestione degli accampamenti. Partendo dalla suddivisione tradizionale, la quale come si è potuto constatare si focalizza unicamente sulla durata nel tempo del rifugio e si può definire come una serie di stati di fatto formali distribuiti in progressione, l'intento della IFRC è stato quello di aggiungere una variabile, integrando all'equazione la capacità del rifugio di evolversi nel tempo e di concatenare in un unico processo le diverse fasi temporali. Questo ragionamento produce tre nuovi casi: i rifugi transitori, i rifugi progressivi e i rifugi modulari.

I rifugi transitori, al pari dei rifugi di emergenza sono i più semplici, e talvolta vengono sviluppati in autogestione dalla stessa comunità a seguito di un disastro. Le sorti di questa tipologia di accampamento sono molteplici, come il trasferimento da un sito temporaneo ad uno permanente, la riconfigurazione in un altro



tipo di manufatto edilizio di emergenza, il disassemblaggio e la conseguente rivendita del modulo o il riciclo dei suoi componenti e materiali per la generazione di un reddito da investire nei processi successivi di recupero. In ogni caso, il carattere transitorio di questi rifugi ne determina una limitata trasformabilità nel tempo, avendo una durata media che spazia fra alcuni mesi e tre anni.

I rifugi progressivi, al contrario di quelli transitori, presentano delle caratteristiche tali da consentire una permanenza più prolungata nel tempo. La loro struttura, infatti, è caratterizzata

da una spiccata trasformabilità e semplicità costruttiva che la rende l'insediamento facilmente modificabile per adeguarsi sempre più alle necessità richieste da una permanenza prolungata nel tempo.

I rifugi modulari, infine, sono progettati e costruiti con l'intento di raggiungere entro la fine del processo una funzione pienamente compatibile con quella richiesta da un insediamento permanente, incluse le fondazioni e tutti quei servizi e utilità principali. L'obiettivo per questo tipo di rifugio è l'edificazione di cellule espandibili e accostabili le une alle altre per incontrare gli standard residenziali

e favorire la trasformabilità di quello che in origine è identificabile in un rifugio, in una residenza permanente secondo un processo di miglioramento e di implementazione che virtualmente (e a differenza di ogni altro metodo) non prevede alcun tipo di demolizione o scarto di alcun elemento edilizio.

LA GESTIONE DEL RECUPERO

La distruzione dell'ambiente costruito coincide con l'annullamento della manifestazione fisica della comunità: non solo gli edifici residenziali, produttivi,

educativi ed amministrativi, ma anche tutte quelle infrastrutture che costituiscono il collegamento fra di essi, come le reti di approvvigionamento di acqua, gas ed elettricità, le strade, le linee telefoniche e il collegamento ad internet. Più semplicemente, significa la distruzione di quel quadro fisico sostanziale affinché la società umana funzioni nei suoi molteplici aspetti sociali, economici, politici e istituzionali. Dal punto di vista della comunità, la distruzione del suo ambiente costruito da parte di una catastrofe, indipendentemente dalla sua origine e dalla sua entità, significa con ogni probabilità il sostanziale impedimento di tutti quei processi che ne determinano un normale funzionamento.

Sebbene la ricostruzione successiva ad un fenomeno catastrofico si affianchi spesso ad un forte sentimento di urgenza al fine della riparazione e ricostruzione delle infrastrutture fisiche e degli edifici per ridurre al minimo i disagi sociali ed economici per la comunità, è importante che questo comprensibile desiderio di fretta, non comprometta gli obiettivi per la sostenibilità e una maggiore resilienza che ridurrebbe

la vulnerabilità ai disastri futuri. In questi scenari, una giusta pianificazione in grado di integrare la ricostruzione e l'assistenza alla popolazione, può fare di un rifugio non solo un contenitore in grado di ospitare le operazioni di sollievo e di soccorso, ma soprattutto di costituire la parte iniziale della ricostruzione ed essere un tassello fondamentale per rilanciare il riavvio delle dinamiche comunitarie. Seguendo questo ordine di pensiero, quindi, la scelta del tipo di rifugio più adeguato da parte delle autorità competenti deve essere studiata nei minimi particolari e calzare su una serie molteplice di variabili come al tipo di evento catastrofico, alle necessità della comunità colpita e alle condizioni di salute dei sopravvissuti.

A differenza della linearità che è stata proposta precedentemente nel presentare i vari livelli di rifugio, il suo sviluppo nei casi reali non avviene seguendo delle modalità totalmente lineari, ma al contrario tende a intersecare le varie fasi per il soddisfacimento delle diverse e singolari esigenze di quella specifica situazione. Inoltre, proprio in relazione a questo fatto, non sempre è necessario raggiungere ogni tipologia di rifugio, ma è

necessario attuare delle scelte in relazione alla tipologia di disastro: se i danni possono essere riparati rapidamente, potrebbe essere sufficiente il solo uso dei rifugi di emergenza, senza la necessità di procedere ulteriormente con lo sviluppo di un accampamento stabile. In altri casi, invece, la corretta gestione delle dinamiche e delle risorse può consentire di unire le fasi di soccorso e di sollievo con il processo di ricostruzione, trasformando, seguendo gli step necessari, un semplice rifugio di emergenza in un insediamento permanente in un modo quanto più sostenibile, permettendo così di abbassare i costi sociali ed economici del disastro.

A questo proposito, la sostenibilità degli elementi deve essere un elemento che spicca, soprattutto in quei piani che prevedono lo smantellamento delle strutture temporanee. Oltre che per garantire un montaggio e uno smontaggio semplice e veloce, le componenti devono essere adoperate in un modo responsabile, propendendo per tecniche e tecnologie a secco prefabbricato, con strutture leggere che possano facilitare il riutilizzo e il riciclo, evitando in questo modo il problema dello smaltimento dei materiali.

NOTE

CATASTROFI E CIRCOLARITÀ

1. "The circular economy in detail" ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail (consultato il 21 gennaio 2020).

2. Antonello Monsù Scolaro, *Progettare con l'esistente. Riuso di edifici, componenti e materiali per un processo edilizio circolare*. (Milano: Ricerche di tecnologia dell'architettura. Angeli, 2017).

3. Il downcycling implica nello specifico che nella fase di recupero vi sia una perdita di valore in quanto non è più possibile ottenere prodotti con le stesse caratteristiche di quelle del materiale di origine.

4. Il PLA, o acido polilattico, è un polimero di origine vegetale derivato dalla trasformazione degli amidi (solitamente quelli del mais). Possiede caratteristiche simili a quelle del PET, ma è biodegradabile e compostabile, per questo in molti casi ne costituisce una valida alternativa.

5. Per upcycling si intende la produzione di nuovi prodotti dal valore maggiore rispetto al materiale originale di recupero per mezzo di processi in grado di valorizzarne le caratteristiche prestazionali.

6. Nicola Sinopoli, "Progetto, Costruzione, Assemblaggio, Dis-assemblaggio" in *Riciclare*

in architettura, scenari innovativi della cultura di progetto, a cura di Virginia Gangemi (Napoli: CLEAN, 2004).

COMPONENTI ADATTIVI, RICOSTRUZIONE RESILIENTE

1. Bruno Barrocaa, Chantal Pacteau, "Resilienza e progetto urbano: cosa ci insegnano le alluvioni del 2016 in Francia?" In *TECHNE: Resilienza architettonica*, numero 15, (2018): 31-38.

2. Per delle nozioni più approfondite riguardo ai gabbioni metallici si rimanda alla terza parte della tesi a partire da pagina 68.

3. Un NZEB, acronimo di Nearly Zero Emission Building, è un edificio il cui consumo energetico è quasi pari a zero. Le alte prestazioni permettono una riduzione dei consumi energetici, rispondendo a precisi requisiti tecnici - prestazione energetica per la climatizzazione estiva (EPc) e invernale (EPH) e indice di prestazione generale espresso in energia primaria non rinnovabile EPgInr) e in energia primaria totale (EPgl) - i quali devono essere inferiori a delle soglie calcolate sull'edificio di riferimento.

4. Level(s) è un sistema di indicatori comuni in tutta l'Europa che permette di misurare le prestazioni e la sostenibilità degli

edifici durante tutto l'arco del loro ciclo di vita. Fondamentalmente Level(s) si occupa di sei ambiti: il controllo dei consumi, delle emissioni di gas serra, il miglioramento della salute e del comfort abitativo, l'efficienza delle risorse e l'uso delle riserve idriche, i temi di resilienza e adattamento ai cambiamenti climatici, costo e valore.

5. Giovanni Ferracuti, *Tempo, Qualità, Manutenzione. Scritti sulla manutenzione edilizia, urbana e ambientale*. (Firenze: Alinea Editrice, 1990).

DISASTER RELIEF ARCHITECTURE

1. Treccani, Vocabolario online. treccani.it/vocabolario/soccorso (consultato l'8 giugno 2020).

2. Treccani, Vocabolario online. treccani.it/vocabolario/sollievo (consultato l'8 giugno 2020).

IMMAGINI

SECONDA PARTE: APPROCCI

Jim Kazanjian, *Unititled (Implosion)*, 2009.
Collage digitale.

UNA RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE

Luca Sartoni, *Gru*, Milano, 2009.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/7b6t7i](https://www.flickr.com/photos/luca_sartoni/7b6t7i)

CATASTROFI E CIRCOLARITÀ

Hiroshi Nakamura & NAP,
Kamikatz Public House,
Giappone, 2015.
Fotografia di Koji Fujii.

Ellen MacArthur Foundation,
*Towards the circular economy -
Vol.2*, 2013.
[ellenmacarthurfoundation.org/
assets/downloads/publications/
TCE_Report-2013.pdf](https://ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2013.pdf)

David Chipperfield, *Moka coffee
pot*, Alessi, 2019.
[davidchipperfield.com/project/
moka-coffee-pot](https://www.davidchipperfield.com/project/moka-coffee-pot)

Bob Segal, *LaSalle Street
Bridge Bolts*, 2014.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/nzR2Ci](https://www.flickr.com/photos/bobsegal/nzR2Ci)

风之舞者, *Demolition*, 2013.
Fotografia digitale, Flickr.
[flic.kr/p/gPCeD4](https://www.flickr.com/photos/gPCeD4)

COMPONENTI ADATTIVI, RICOSTRUZIONE RESILIENTE

Sean Godsell, *RMIT Design Hub*,
Australia, 2012.
Fotografia di Earl Carter.

Jean Nouvel, *Institut du monde
arabe*, Parigi, 1987.
Fotografia di Simone Mora.

Titus Bernhard Architekten,
Konzept Haus 9x9, Augsburg,
Germania, 2003.
Fotografia di Christian Richters.

DISASTER RELIEF ARCHITECTURE

Tobias Hutzler, *Aerial view of the
sprawling Nizip II container camp*,
Turchia, 2014.
Fotografia digitale.

PARTE TERZA: PROPOSTE

È POSSIBILE INSERIRE LA TECNOLOGIA DEI GABBIONI METALLICI IN UN PIANO DI RECUPERO E RICOSTRUZIONE A SEGUITO DI UNA CATASTROFE? QUALI SONO GLI ACCORGIMENTI DA CONSIDERARE E I VANTAGGI DA SFRUTTARE?





Jim Kazanjian, *Untitled (Outpost)*

BEST PRACTISES: GABBIONI, RESIDUI E RICOSTRUZIONE

È possibile conferire ai gabbioni una funzione strutturale oltre che compositiva nel campo architettonico?

LINEE GUIDA PER UN PIANO SOSTENIBILE

Come è possibile inserire il sistema dei gabbioni metallici in un piano di ricostruzione sostenibile?

HOW TO: COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO IN GABBIONI

Quali sono le fasi di costruzione di un edificio in gabbioni metallici? Quali sono le possibilità offerte?

EVOLUZIONE DI UN EDIFICIO IN GABBIONI

È possibile ottenere una buona flessibilità con un sistema costruttivo così rigido? È possibile soddisfare le esigenze dettate dall'emergenza?

I GABBIONI METALLICI

COSA SONO I GABBIONI METALLICI? PER COSA SONO NATI E PERCHÉ OGGI STANNO FACENDO CAPOLINO NEL CAMPO DELL'ARCHITETTURA?

Ideati come strumento per l'ingegneria civile, i gabbioni metallici così come li conosciamo oggi hanno fatto la prima apparizione nel XIX secolo sotto forma di un sistema duraturo ed efficace in grado di risolvere i problemi di erosione degli argini fluviali e di consolidamento dei terreni.

Fondamentalmente i gabbioni metallici consistono in una struttura scatolare composta da una rete elettrosaldata o da fili d'acciaio intrecciati, adeguatamente trattati con processi di zincatura a freddo, galvanizzazione o incapsulati in ricoperture polimeriche, che costituiscono una protezione dall'ossidazione e ne prevengono il conseguente degrado,

garantendo in questo modo una stabilità materica che ad oggi può raggiungere fino a 120 anni.

Il riempimento di questi elementi modulari tipicamente è di pietra, la quale è caratterizzata da un taglio che spazia fra i quindici e i venticinque centimetri. La funzione degli inerti, come per il calcestruzzo, è la resistenza a compressione, con la differenza che in questo caso il ruolo di legante è svolto dalla gabbia. Infatti queste strutture metalliche non sono un involucro passivo, ma hanno il compito, lavorando a trazione, di mantenere compatto il riempimento, il quale altrimenti si disperderebbe una volta sollecitato.

La possibilità di riempire i

gabbioni contestualmente alla loro installazione definisce il punto chiave di questo sistema, ossia l'economicità; fin dalla loro comparsa, infatti, il materiale di riempimento veniva recuperato localmente da cave o da letti fluviali. Questa caratteristica

IDEATI COME STRUMENTO PER L'INGEGNERIA CIVILE, I GABBIONI METALLICI SONO COSTITUITI DA UNA STRUTTURA SCATOLARE IN MAGLIA METALLICA E DA UN RIEMPIMENTO IN PIETRA.

assicura una totale compatibilità ambientale, la quale risulta accentuata in quanto i gabbioni permettono alla vegetazione di stabilirsi in tutta la struttura, migliorandone ulteriormente la stabilità e l'estetica, definendo una vera e propria fusione all'interno del contesto naturale. Storicamente la scelta dei gabbioni per la produzione di opere civili come argini e muri di contenimento è da individuare in caratteristiche chiave, come la semplicità del sistema, il suo costo contenuto e il rapporto fra la resistenza e la capacità di drenaggio dell'acqua, tali da minimizzare rischi di fenomeni franosi di cedimento e al contempo un affidabile contenimento del terreno e resistenza all'erosione.

MURATURE IN GABBIONI

Oltre che agli usi tradizionali, l'estrema semplicità costruttiva, l'economicità e la necessità nulla di manodopera specializzata richiesta dei gabbioni metallici sta portando i progettisti a studiare la possibilità di utilizzare questo metodo per la creazione di edifici. Una muratura in gabbioni metallici, al pari delle opere civili sopracitate,

è una struttura composta da elementi che resistono a compressione, i quali vengono adeguatamente interconnessi per ottenere un'unità strutturale. La differenza in questo caso sta nel comportamento statico, in quanto una muratura avrà delle sollecitazioni assiali¹ che portano ad un diverso posizionamento dei singoli elementi: seguendo lo

stesso layout caratteristico delle murature tradizionali in mattoni, anche i gabbioni metallici devono essere impilati a quinconce, ossia in file parallele sfalsate di mezzo passo.

I singoli elementi poi vengono resi solidali attraverso un procedimento che prevede l'uso di un filo metallico per "cucire" fra di loro



le varie gabbie. A differenza della malta nei muri tradizionali, però, questa giunzione metallica lavora sia a compressione che a trazione, conferendo alla muratura un comportamento monolitico che al contrario delle murature in calcestruzzo armato, è caratterizzato da una flessibilità significativa che permette lo sviluppo di deformazioni consistenti in grado di impedire il collasso del sistema. Il comportamento a deformazione, infatti, nel caso delle murature in gabbioni non riduce le prestazioni della struttura, ma consente un assestamento degli elementi che la compongono tale da rendere più prestanti le reazioni a trazione della gabbia metallica e a compressione delle pietre, con il conseguente miglioramento della capacità di sopportare le sollecitazioni.

Fra tutti i pro che definiscono questa tecnologia, si insinuano anche dei contro che è necessario valutare. Come è ben saputo, le forze sismiche che agiscono su una struttura sono direttamente proporzionali al peso di questa, così, su una muratura caratterizzata da una massa così importante come quella composta da

gabbioni riempiti di pietra, le forze sismiche possono risultare un serio problema per questo tipo di strutture, motivo per cui si fatica ad adottare questo sistema in modo normato.

Nonostante ciò, nei paesi in via di sviluppo è stato riscontrato

LA SEMPLICITÀ E L'ECONOMICITÀ CHE CARATTERIZZA I GABBIONI METALLICI PROMUOVE LA POSSIBILITÀ DI UTILIZZARE QUESTO METODO PER LA CREAZIONE DI MURATURE PORTANTI PER EDIFICI.

un uso discretamente diffuso di questa tecnologia, principalmente per l'autocostruzione assistita di edifici residenziali ad un piano, nonostante non sia mai stata oggetto di un vero e proprio studio sulle sue capacità strutturali. Recentemente alcune di queste strutture, principalmente in

Nepal, sono state soggette a dei terremoti distruttivi, ma nonostante ciò, e nonostante il problema intrinseco del comportamento sismico degli edifici ad elevata massa, questi insediamenti hanno dimostrato un comportamento strutturale sorprendentemente positivo. Per questo motivo ad oggi sono in corso degli studi volti a definire in modo chiaro quali siano gli scenari strutturali e il comportamento degli edifici composti da gabbioni metallici.

GABBIONI E ARCHITETTURA

Le murature composte da gabbioni metallici sono collegate ad una tecnologia costruttiva tanto antica quanto semplice, che ancora oggi, soprattutto nel campo ingegneristico, è una realtà che continua a ricevere consensi. Anche nel campo dell'architettura, di fatto, esistono una serie sempre più consistente di progetti contemporanei che stanno utilizzando i gabbioni metallici in svariate situazioni. Le superfici definite da questo sistema sono apprezzate principalmente per l'aspetto incisivo e testurizzato: a differenza dei muri tradizionali in pietra, i gabbioni metallici

conferiscono all'architettura una sensazione di accidentalità e temporaneità, permettendo all'occhio di esplorarne le forme e i pattern irregolari fino quasi a dare l'idea di poter penetrare questo ostacolo, all'apparenza così permeabile.

In contrasto con il settore di origine, i compiti che svolgono i gabbioni metallici sono molte volte inaspettati, con utilizzi che prescindono la struttura e in molti casi si focalizzano su aspetti estetici e comunicativi, i quali però non esitano ad unirsi ad aspetti tecnici o funzionali. Un esempio che permette di presentare questa idea è la Konzept Haus 9x9 di Titus Bernhard, il quale utilizza questa tecnologia costruttiva sia in modo da conferire un carattere ben definito all'architettura, sia per sostituire il sistema tecnologico tradizionale che si occupa dello sgrondo delle acque meteoriche. I gabbioni metallici riempiti di pietra principalmente vengono utilizzati come strumenti per caratterizzare gli esterni, a partire dalla definizione del paesaggio, fino alla costituzione dell'involucro edilizio. In alcuni casi, però, è anche possibile individuare questa tecnologia nei progetti

di architettura degli interni, dove la matericità viene utilizzata per enfatizzare, tipicamente per contrasto, la semplicità del resto del progetto o per comunicare un'emozione specifica allo spettatore. In tutto ciò, oltre che alle caratteristiche espressive, poco leggibili per gli addetti ai lavori, l'introduzione dei gabbioni metallici è da attribuire anche

all'affidabilità e alla durabilità degli elementi composti con questo sistema, le quali garantiscono una funzionalità costante nell'arco degli anni. La modularità del sistema, inoltre, consente una gestione semplificata dei progetti, costituendo un risparmio rilevante sia dal punto di vista dei consumi energetici che da quello delle risorse materiali.



A31 Architecture, Hotel Relux los Island

CASA NEL PAESAGGIO ZAWIERCIE, POLONIA KROPKA STUDIO, 2014

GABBIONI E REINTERPRETAZIONE

I muri perimetrali di questa casa unifamiliare a Zawiercie, in Polonia, sono rivestiti di gabbioni metallici impilati l'uno sull'altro e riempiti con la roccia sedimentaria locale. Il paesaggio circostante è caratterizzato dalla presenza indiscussa di questo tipo di pietra, la quale ha sostanzialmente influenzato i caratteri dell'architettura vernacolare, fra cui



chiese, castelli e fattorie. Così, gli architetti dello studio Kropka hanno deciso di reinterpretare questo materiale tradizionale, rendendolo un pretesto per la creazione di una facciata economica e duratura in grado di esplicitare una certa continuità con la storia locale.



Kropka Studio, Casa nel paesaggio

76 / PROPOSTE



Titus Bernhard Architekten, Konzept Haus 9x9

KONZEPT HAUS 9x9
AUGSBURG, GERMANIA
TITUS BERNHARD ARCHITEKTEN, 2003

GABBIONI E ISOLAMENTO

Nonostante la resistenza da parte delle autorità locali, la residenza è nata come una dichiarazione contro i regolamenti edilizi, incapaci di far progredire la cultura architettonica. Questo caso studio costituisce un punto di svolta: per la prima volta i gabbioni metallici sono stati utilizzati



per la costruzione di un edificio. L'intero rivestimento è costituito da gabbie agganciate alla struttura principale, le quali agiscono come uno stato di percolazione alternativo alle gronde e ai sistemi di scolo delle acque. Le gabbie sono state riempite a mano con pietre locali, per un totale di venti tonnellate di massa termica in grado di regolare il trasferimento del calore, caratterizzando gli interni con una condizione di comfort e un fabbisogno energetico minimo.

**DOMINUS WINERY
CALIFORNIA, USA
HERZOG & DE MEURON, 1998
GABBIONI E INVISIBILITÀ**

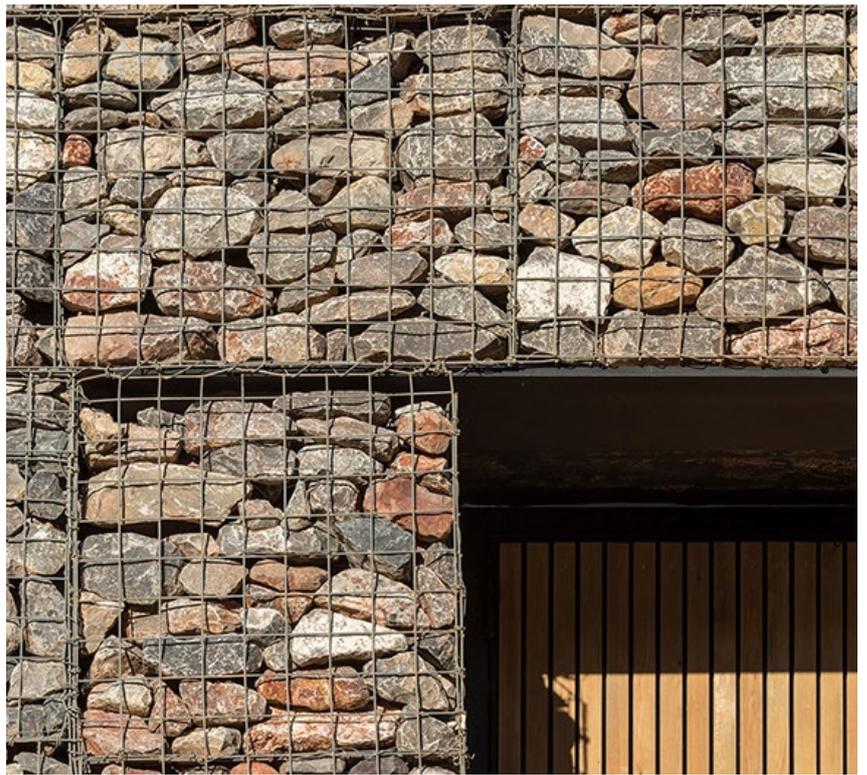
Gli abitanti della Napa Valley in California chiamano questo edificio la "cantina invisibile". La sagoma



è costituita nella sua semplicità da un parallelepipedo di 110 metri di lunghezza interamente rivestito con una pietra basaltica locale ingabbiata in una rete di acciaio inossidabile. In questo caso i gabbioni metallici svolgono il compito di mimetizzare e armonizzare l'edificio fra i filari delle vigne e il paesaggio circostante. Un aspetto interessante di questo edificio è che struttura e rivestimento vengono distinti totalmente: gli elementi portanti si riducono ad esili linee che soddisfano le esigenze strutturali, mentre il rivestimento svolge il compito di dare carattere all'edificio.



Herzog & de Meuron, Dominus Winery



Studio Haverstock, *Blackrock Quarry Training Centre*

BLACKROCK QUARRY TRAINING CENTRE
BRISTOL, INGHILTERRA
STUDIO HAVERSTOCK, 2015

GABBIONI E PROTEZIONE

In questo centro di addestramento militare progettato dallo studio inglese Haverstock, l'alta densità della pietra usata come riempimento dei gabbioni metallici permette un isolamento acustico particolarmente accentuato, perfettamente adatto al contenimento del rumore dovuto agli spari provenienti dal poligono di tiro e alla salvaguardia della popolazione aviaria che colonizza la cava in disuso dove sorge l'edificio. Un ulteriore beneficio che deriva



dall'uso di pareti in gabbioni, è che la pietra di cui sono composti i muri perimetrali fa in modo che la forma architettonica si confonda con le pareti rocciose sullo sfondo. Questo aspetto compositivo crea una vera fusione con il panorama circostante, rendendo questo edificio invisibile alla colonia di falchi pellegrini che si è stabilita nel territorio.

BEST PRACTISES: GABBIONI, RESIDUI E RICOSTRUZIONE

ARCHITETTURA E STRUTTURA

Se da un certo punto di vista fino ad ora l'utilizzo dei gabbioni metallici da parte dell'architettura si è reso necessario tanto più per un aspetto formale e compositivo quanto per un vantaggio tecnologico, non mancano dei casi in cui l'uso dei gabbioni viene associato ad una vera e propria componente strutturale tanto prestante quanto invisibile nel manufatto finale. Questo da una parte significa che l'uso dei gabbioni metallici come tecnologia costruttiva non deve per forza caratterizzare il progetto, ne tantomeno si configura come un limite o un ostacolo alla libertà compositiva dell'architetto. Nonostante ciò, pochi sono i progetti realmente eseguiti e fra

questi nessuno è localizzato in un paese sviluppato a causa delle limitazioni dovute dalle leggi in materia di sicurezza.

Alcuni esempi virtuosi di inserimento di questa tecnologia costruttiva nell'ambiente costruito, sono quelli attuati da Architecture & Développement, un'associazione internazionale che dal 1997 ha come obiettivo il miglioramento delle condizioni dell'ambiente costruito in contesti fragili, post catastrofe o in via di sviluppo. Questa, a partire dal 2010 ha promosso un programma chiamato "A Roof, A Future" per l'individuazione di applicativi tecnologici volti alla riedificazione e il recupero socio economico in zone in via di sviluppo o colpite da una catastrofe, focalizzandosi principalmente sugli obiettivi di

progresso sostenibile, di riduzione dell'impatto ambientale e dei costi di costruzione. La ricerca si è conclusa con la costruzione di due edifici prototipo, caratterizzati per l'appunto dall'uso dei gabbioni metallici, tecnologia che, riapplicata al settore edilizio, è stata rinominata *Murs de Pierres Confinées*¹ o MPC.

Successivamente alla sperimentazione iniziale, tecnologia MPC è stata ulteriormente sviluppata per mezzo della realizzazione di un villaggio composto da sessanta case rurali per far fronte alla necessità edilizia a seguito del terremoto ad Haiti². Come già visto, l'uso dei gabbioni metallici spicca per la semplicità nella sua costruzione e non necessita di una manodopera qualificata, al contrario si adatta

SE FINO AD ORA L'UTILIZZO DEI GABBIONI METALLICI DA PARTE DELL'ARCHITETTURA SI È RESO NECESSARIO PIÙ PER UN ASPETTO COMPOSITIVO, ALCUNI ESEMPI DIMOSTRANO CHE L'USO DEI GABBIONI PUÒ ESSERE ASSOCIATO ALLA COMPONENTE STRUTTURALE.

alle esigenze locali in funzione delle competenze disponibili e delle pratiche edilizie tradizionali, ed è proprio per questo motivo che l'uso di tale tecnologia è stato convalidato secondo le modalità dell'autocostruzione assistita: l'associazione Architecture & Développement ha fornito le strutture prefabbricate di base (travi in legno e gabbie metalliche) mentre un team di architetti e ingegneri si è occupato di istruire la comunità con le competenze necessarie per l'edificazione, mettendo le basi per una vera e propria filiera di attività locali in grado di generare reddito per la comunità colpita. Inoltre, grazie al loro coinvolgimento fin dalle prime fasi della costruzione, i beneficiari hanno potuto sviluppare una certa familiarità con la costruzione,



Architecture & Développement, Confined stone wall

È PIÙ ECONOMICO PORTARE IN CANTIERE UN CARICO DI CALCESTRUZZO RECUPERATO RISPETTO CHE SMALTIRE UN CARICO DI RIFIUTI DI DEMOLIZIONE⁴.

favorendo così l'autonomia nell'attuazione delle operazioni di manutenzione.

Nonostante i dubbi sulle prestazioni strutturali, una serie di studi, fra cui uno promosso dalla stessa associazione³ e uno nato dalla collaborazione fra l'Università del Centro America e dall'Università di Bologna⁴, individuano nella resistenza a trazione del metallo dei gabbioni non solo la capacità di contenere le pietre di riempimento (al pari del suo utilizzo standard nelle opere civili), ma anche e soprattutto la generazione di un sistema tridimensionale in grado di contrastare i carichi dovuti ai moti oscillatori in caso di sollecitazioni sismiche.



UNA (RI)COSTRUZIONE A PARTIRE DAI RESIDUI

Per la verità, non è totalmente corretto, a differenza di come è stato precedentemente asserito, dire che nei paesi industrializzati non esista alcun esempio di architettura che si basi strutturalmente su gabbioni metallici. In effetti nel 2001 in Inghilterra è stato condotto un tentativo virtuoso non solo di integrare questo sistema strutturale, ma di accoppiarlo ad un uso ragionato e sostenibile delle risorse disponibili.

Questo è il caso di Stock Orchard Street, uno studio/abitazione in cui l'architetto Sarah Wigglesworth, fin dalle prime fasi del progetto, ispirata dalla Domus Winery di Herzog e de Meuron di qualche anno prima (vedi le pagine 78 e 79), ha considerato l'idea di inserire un basamento costituito da gabbioni metallici. Ma le differenze rispetto all'azienda vinicola californiana sono molteplici: innanzitutto in questo caso i gabbioni metallici sarebbero stati usati come un elemento strutturale e il riempimento, per la prima volta nella storia, non sarebbe stato in pietra naturale, ma bensì costituito dai rifiuti di demolizione della

preesistenza che insisteva sul lotto di edificazione.

Nonostante i buoni propositi iniziali, le varianti che si sono rese necessarie dall'uso di una tecnologia che mai era stata utilizzata nel campo dell'architettura in questo modo, hanno portato a delle modifiche che, almeno formalmente, non hanno cambiato di molto l'idea originale: innanzitutto, vista la scarsa qualità (dal punto di vista delle prestazioni statiche) degli scarti prodotti dalla demolizione delle preesistenze, il riempimento è stato sostituito con degli scarti di calcestruzzo di recupero, provenienti dalla demolizione di un altro edificio. Come puntualizza l'architetto, il lato positivo di questo cambio di riempimento è che è *più economico portare in cantiere un carico di calcestruzzo recuperato rispetto che smaltire un carico di rifiuti di demolizione*⁵ a causa della tassa sullo smaltimento in discarica di questi materiali. Nonostante la variante del progetto che vedeva un riempimento più adeguato nei gabbioni metallici fosse in grado di garantire delle prestazioni sei volte superiori a quelle richieste, l'approvazione il conseguente

permesso di costruire sono pervenuti solo successivamente all'inserimento di, usando le parole dell'architetto, *colonne sacrificali*⁶, ossia di un sistema tradizionale composto da travi in calcestruzzo armato, di fatto declassando la struttura in gabbioni metallici a un mero elemento decorativo.

Nonostante lo spirito di innovazione di questo progetto sia stato smorzato dagli impedimenti del regolamento edilizio locale, lo Stock Orchard Street più essere considerato un grande successo e di fatto è individuabile come l'edificio pioniere nell'ottica di un utilizzo ragionato e consapevole delle risorse applicato all'utilizzo del metodo dei gabbioni metallici.

UN APPROCCIO CROSSOVER

Costruire con i materiali locali è un imperativo della costruzione sostenibile fin dalla nascita di questo concetto, ma, nonostante il tentativo di Orchard Street di utilizzare materiali sostenibili e di recuperare gli scarti da demolizione sia un esempio virtuoso, è nei luoghi colpiti da catastrofe che la potenzialità è al suo massimo: la disponibilità

in questi casi non si limita ai materiali autoctoni, come la terra, le pietre e il legno vergine, ma si estende a tutti quei materiali alloctoni che sono stati resi nuovamente disponibili dalla catastrofe. Sulla superficie del terreno è così possibile trovare mattoni, travi profilate, macerie di calcestruzzo armato e in generale quelli che, sbagliando, vengono chiamati rifiuti.

Se, come si è visto, tradizionalmente queste macerie vengono allontanate dal luogo colpito dalla catastrofe per essere avviate, con tutte le difficoltà del caso, a processi di selezione e divisione delle materie prime, con risultati non sempre soddisfacenti, l'inserimento della tecnologia in gabbioni metallici nei processi di ricostruzione mira ad un utilizzo più ragionato di questi materiali, per sfruttarli nella maniera più responsabile e sostenibile, attuando un metodo in grado di fornire edifici alla società colpita nel minor tempo possibile e allo stesso tempo inseguendo i dettami della circolarità delle materie prime e della resilienza dell'ambiente costruito. Questi dettami si sviluppano proprio attraverso un approccio

crossover, alla ricerca di un uso ragionato e circolare delle risorse, combinato in un'ottica di equilibrio resiliente fra le parti del manufatto edilizio e l'ambiente circostante.

permanenza

Fra gli approcci per una (ri)costruzione sostenibile che sono stati presentati nella sezione precedente, la permanenza della materia nel susseguirsi dei cicli tecnologici di un prodotto è risultata un punto chiave per la ricerca della sostenibilità, tanto nell'ambiente costruito, quanto in generale per l'intero sistema economico.

La tecnologia che si basa sui gabbioni metallici, nello specifico, è un sistema in grado di garantire in fase di costruzione l'utilizzo di materie prime di recupero, come gli scarti di demolizione degli edifici, fra cui si può trovare il calcestruzzo, i mattoni pieni ed altri materiali che già in origine avevano resistenze tali da renderli strutturali. In questo modo l'avvio dei suddetti materiali nelle discariche, o nel migliore dei casi agli impianti di recupero, può essere prorogato a tempo indeterminato per mezzo dell'inserimento, tra una fase e l'altra, di un ciclo di vita

completamente nuovo in grado di ridonare valore a ciò che fino ad oggi sarebbe stato considerato come un rifiuto senza alcuna potenzialità residua.

separabilità

Come appena visto, il vantaggio che rende i gabbioni metallici una valida applicazione dell'approccio crossover vede la possibilità di inserire all'interno del sistema strutturale una serie di materiali di recupero, ma si tratta solo dell'inizio di una serie di voci che dimostrano la sostenibilità di questa tecnologia.

La vera potenzialità, che raramente è riscontrabile nel mondo delle costruzioni (soprattutto per i metodi tradizionali), permette di rimuovere i materiali con la stessa facilità con la quale sono stati immessi nel sistema. Queste operazioni di decostruzione, al contrario di tutti quei sistemi che utilizzano dei leganti idraulici, sono possibili in quanto i vincoli che rendono strutturalmente valido il sistema sono completamente reversibili. Ma fino ad oggi la possibilità di decostruire un manufatto edilizio è sempre stata associata

L'UTILIZZO DEI GABBIONI METALLICI PER LA RICOSTRUZIONE MIRA AD UN UTILIZZO PIÙ RAGIONATO DEI RESIDUI, INSEGUENDO I DETTAMI DELLA CIRCOLARITÀ DELLE MATERIE PRIME E DELLA RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO.



ad un metodo di costruzione a secco prefabbricato, un sistema caratterizzato da una tecnologia avanzata e un progetto dello smontaggio elaborato a pari passo con le altre fasi di ideazione. La peculiarità che di fatto contraddistingue la tecnologia di gabbioni metallici, risiede nelle loro origini: essendo stati ideati per le opere di ingegneria civile, sono nati come un sistema tecnologicamente semplice a vantaggio della velocità di posa e di economicità del progetto, in particolare per luoghi in cui la presenza di acqua avrebbe potuto dare problemi di presa ai leganti idraulici. L'applicazione di un sistema a secco, quindi è stata la chiave del successo di questo sistema, sia nel campo



Architecture & Développement, *Confined stone wall*

PERMANENZA, SEPARABILITÀ, AMBIENTE E TRASFORMAZIONI SONO I QUATTRO CONCETTI CHIAVE CHE DEFINISCONO LA TECNOLOGIA DEI GABBIONI METALLICI. ATTRAVERSO LA LORO ATTUAZIONE È POSSIBILE OTTENERE UN PIANO DI RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE.

dell'ingegneria che in quello dell'architettura, garantendo in questo modo la completa separabilità dei materiali, applicabile in modo semplice in virtù della tecnologia elementare che viene adoperata: è infatti sufficiente aprire la gabbia metallica per recuperare con il minimo sforzo la totalità del materiale al suo interno.

ambiente

Adottare la tecnologia dei gabbioni metallici da parte dell'architettura, significa ottenere dei risvolti positivi sul bilancio energetico della materia, la quale aumenta il suo ciclo di vita utile e resta nel circolo economico per più tempo, ma non è il solo vantaggio: secondo un effetto di cause e conseguenze questo sistema può portare ad una progressiva diminuzione dello spreco e dell'inquinamento, concatenandosi in questo modo ad una rigenerazione dei sistemi naturali.

Oltre che agli effetti positivi sull'ambiente che derivano in modo diretto dall'applicazione dei dettami dell'economia circolare alle costruzioni in gabbioni metallici, contribuendo in questo

modo alla sostenibilità dal punto di vista ambientale, sociale ed economico, è possibile valutare con la lente della resilienza una serie di interazioni positive fra questa tecnologia e il territorio dove essa si colloca.

Innanzitutto questo concetto si esprime attraverso la massa: le murature in gabbioni metallici, spesse fino a cinquanta centimetri, sono caratterizzate da un'inerzia termica notevole, la quale può e deve essere sfruttata nel migliore dei modi alla ricerca dell'adattabilità del modulo edilizio e per creare delle condizioni di comfort negli ambienti interni. Le declinazioni sono infinite, passando dalla ricerca di una temperatura stabile per la cantina della Dominus Winery, all'isolamento dalle temperature estremamente calde del Marocco o quelle rigide della Germania per la Konzept Haus 9x9.

trasformazioni

Ma la potenzialità di questo sistema non si limitano alla relazione con l'ambiente: infatti, l'unione di un sistema massivo ad un sistema di costruzione a secco, è in grado di unire le potenzialità di entrambe le tecnologie per formare un unicum in grado di toccare tutti i punti

di un progetto resiliente a partire dalla capacità di assorbimento, alla capacità adattiva fino a quella trasformativa.

Un sistema in gabbioni metallici, infatti, è in grado di affrontare una catastrofe sia in modo rigido, e quindi assorbendo in un modo predeterminato quelle che possono essere le sollecitazioni di un sisma (come si è visto precedentemente), di un'alluvione o di un tornado, sia in modo adattivo, consentendo, proprio in virtù della costruzione a secco una serie di adattamenti dinamici in grado di rendere resiliente l'intero sistema.

L'ultimo punto, il più importante, è quello della capacità trasformativa, che in questo caso è da considerare proprio dal punto di vista degli accampamenti in caso di catastrofe: la stessa messa in opera a secco che consente l'adattabilità architettonica dei singoli nuclei, infatti si configura come la proprietà cardine che rende una costruzione in gabbioni metallici l'unità più adeguata in caso di un piano di ricostruzione, in quanto è in grado di riconfigurarsi in fasi successive seguendo le varie tipologie di rifugio richieste dalle circostanze e di culminare in una serie di vere e proprie residenze permanenti per la comunità.

LINEE GUIDA PER UN PIANO SOSTENIBILE

COME È POSSIBILE INSERIRE IL SISTEMA DEI GABBIONI METALLICI IN UN PIANO DI RICOSTRUZIONE SOSTENIBILE?

DEFINIZIONE DEL TIPO DI CATASTROFE

Nonostante i danni provocati da una catastrofe possano sembrare strettamente collegati e direttamente proporzionali fra di loro, nella realtà dei fatti non è riscontrabile una relazione così marcata come si possa immaginare. Al contrario, nonostante la gravità del danno che subisce la società, non sempre il patrimonio costruito viene danneggiato e i piani di recupero non sempre contemplano un intervento a livello edilizio o urbanistico. Inoltre, richiamando i concetti affrontati precedentemente nel capitolo "Catastrofi, società e ambiente",

il concetto di catastrofe è da considerarsi antropocentrico, in quanto fa riferimento unicamente alla capacità di un evento disastroso di impattare sulla società, di fatto declassando tutti gli altri danni, fra cui quelli al patrimonio costruito, come eventi subordinati.

La prima fra le operazioni preliminari per la costituzione di un piano di recupero sostenibile, parte proprio dall'identificazione dell'impatto della catastrofe, definendone la tipologia e i confini, individuando in questo modo gli elementi che sono stati interessati dagli effetti del disastro e quali ne sono rimasti immuni. Nello specifico è necessario individuare se

l'evento catastrofico abbia avuto un impatto unicamente sulla società, o se abbia causato una serie di danni collaterali tali da richiedere la necessità di un intervento sul patrimonio costruito. In questa sede, per l'appunto, non saranno considerati tutti quei casi catastrofici che hanno avuto impatti unicamente sulla società, come le epidemie e le pandemie, perché le strutture già presenti, non avendo subito danni sono sufficienti a fornire l'assistenza richiesta, e qualora non lo fossero, il loro potenziamento non avrebbe comunque implicazioni compatibili con gli obiettivi di recupero dei materiali e di edilizia sostenibile. Seguendo la stessa logica di pensiero verranno esclusi dalla valutazione tutti quei disastri che

LA PRIMA FRA LE OPERAZIONI PRELIMINARI PER LA COSTITUZIONE DI UN PIANO DI RECUPERO SOSTENIBILE PARTE DALL'IDENTIFICAZIONE DELL'IMPATTO DELLA CATASTROFE, DEFINENDONE LA TIPOLOGIA E I CONFINI, INDIVIDUANDO GLI ELEMENTI CHE SONO STATI INTERESSATI DAGLI EFFETTI DEL DISASTRO E QUALI NE SONO RIMASTI IMMUNI.

hanno riversato i propri esiti infausti in settori diversi da quello edilizio, come le carestie e le manifestazioni naturali violente che si abbattano al di fuori del contesto urbano.

Sono invece inclusi nella valutazione tutti i disastri che si abbattano sulla città, comprendendo quelle che sono le categorie più comuni di eventi, come le alluvioni, i terremoti e gli incendi.

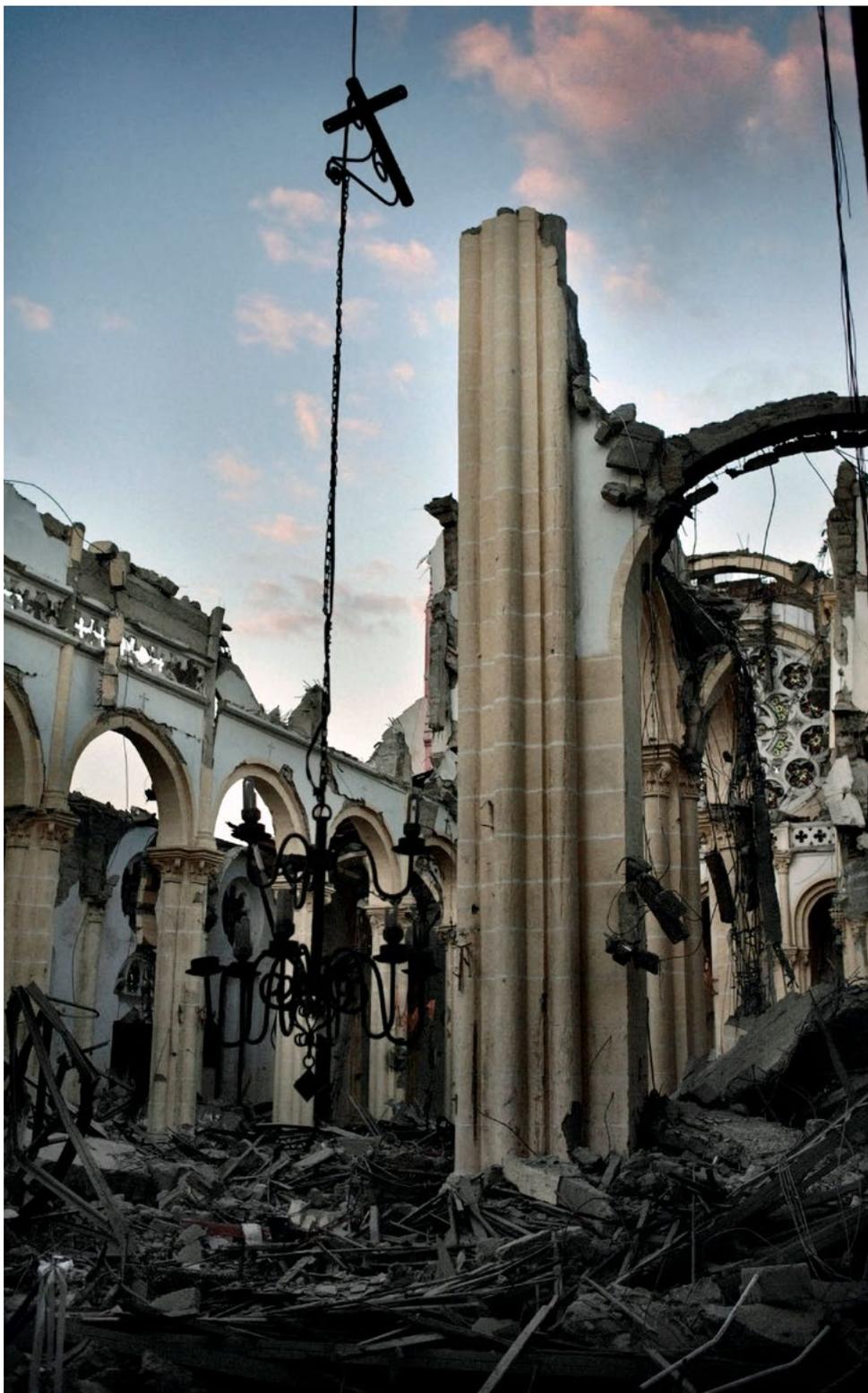


Horace Murray, U.S. Army, Washed-out bridge, damaged from flooding

INDIVIDUAZIONE DEL CONTESTO SU CUI INTERVENIRE

Successivamente alla fase di individuazione dell'insieme generale di casi disastrosi per i quali questo approccio di pianificazione sostenibile diventa una soluzione applicabile, è necessario considerare attentamente il caso singolo, che di volta in volta richiede una valutazione specifica. Questo passaggio è fondamentale in quanto, come è stato visto in precedenza, non è un evento

L'INDIVIDUAZIONE DEL CONTESTO SU CUI INTERVENIRE COINCIDE CON LA VALUTAZIONE DELLA CONSISTENZA DEI DANNI CHE SONO STATI RICONTRATI NEL CASO SPECIFICO, VAGLIANDO LA POSSIBILITÀ DI INTRODURRE DI UN PIANO DI RECUPERO DEL PATRIMONIO COSTRUITO.



Pep Bonet, Haiti earthquake

catastrofico a determinare una catastrofe, quanto gli effetti che esso produce, in questo caso sulla comunità e sul patrimonio costruito che la ospita.

Nello specifico, l'individuazione del contesto su cui intervenire coincide con la valutazione della consistenza dei danni che sono stati riscontrati: le necessità derivanti da una catastrofe difatti non dipendono unicamente dagli ambiti (sociale, urbano...) su cui l'evento produce effetti, ma anche e soprattutto dalla forza con cui agisce e dal danno che produce.

L'introduzione di questo tipo di discriminante a questo punto della valutazione è fondamentale per comprendere la direzione dell'intervento, in quanto una serie di danni lievi non giustificerebbero un'azione drastica come quella di un piano di ricostruzione, cosa che allo stesso tempo invece richiederebbe una situazione più grave.

L'utilizzo dei gabbioni metallici in concomitanza all'utilizzo di un riempimento di recupero per la creazione di edilizia di emergenza ricade quindi nelle situazioni distruttive, in cui la forza devastante dell'evento

catastrofico ha creato danni tali da rendere inagibile il patrimonio costruito di una comunità. In questo caso l'introduzione del sistema in oggetto può essere sfruttata, secondo le necessità, in due modi ben distinti, da un lato per mezzo della costruzione di accampamenti in grado di evolversi in edifici permanenti, dall'altro in un sistema temporaneo a supporto di una ricostruzione con metodi tradizionali.

PIANIFICAZIONE STRATEGICA DELLE ATTIVITÀ

Un volta raggiunta questa fase nelle operazioni di analisi preliminare, si sono ottenuti dei livelli conoscitivi riguardo alla catastrofe specifica che ancora non sono sufficienti. Nel tentativo di pianificare gli interventi in modo strategico, infatti, sono necessari una serie di dati non strettamente oggettivi a supporto di quelli raccolti fino a questo momento.

Affiancati al tipo di catastrofe, agli ambiti colpiti e all'entità dei danni si devono necessariamente inserire le necessità.

L'Enciclopedia Treccani definisce la necessità come *carattere, qualità,*

LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI INDIVIDUA LE NECESSITÀ DEL CASO: QUESTO SIGNIFICA SUPERARE LE OPERAZIONI DI RICOSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E ASSISTENZA, E CONSIDERARE LE NECESSITÀ DI UN MIGLIORAMENTO DEL PRECEDENTE STATO DI FATTO, ALLA RICERCA DI UN NUOVO EQUILIBRIO RESILIENTE O UN'IMPLEMENTAZIONE DI TEMATICHE CIRCOLARI.

condizione di ciò che non può non essere o essere diversamente da come è¹; secondo questa logica, quindi, le necessità da valutare emergono da una presa in esame non solo di quelle che erano le parti costituenti e di come funzionavano le dinamiche dell'ambiente costruito



Anna Phosphoricc, *Destroyed building*

precedentemente alla catastrofe, ma di una considerazione critica di quali fossero le problematiche e quali possano essere le soluzioni e gli accorgimenti da implementare nel piano di recupero. Queste necessità sono da considerarsi come la base costitutiva di un piano sostenibile e sono il fondamento di tutti quei ragionamenti che possono portare all'adozione del sistema dei gabbioni metallici come tecnologia costruttiva per le fasi di recupero del patrimonio edilizio.

Alle varie necessità che si possono presentare, oltre che alle operazioni di ricostruzione, ristrutturazione e assistenza (le quali tendenzialmente sono sempre presenti in contemporanea sebbene con delle importanze diverse in base al caso singolare), possono aggiungersi anche altri obiettivi, come quello del miglioramento del precedente stato di fatto, alla ricerca di un nuovo equilibrio resiliente o un'implementazione di tematiche circolari.

Nel caso peggiore, potrebbe essere necessaria una demolizione e una successiva ricostruzione ex novo di buona parte del patrimonio costruito: in queste circostanze l'uso dei gabbioni metallici, in

virtù della modularità degli edifici costruiti con questa tecnologia, può essere una soluzione valida per la ricostruzione unendo le necessità insediative e di assistenza per la comunità con quelle di recupero e trattamento dei residui. Allo stesso modo, anche nel caso di un danno inferiore e ad una limitata necessità di ricostruzione, gli obiettivi insediativi e di assistenza sono comunque perseguibili e unibili al tema del recupero, con la differenza che in questo caso il trattamento dei residui non è definitivo, ma viene rimandato alla decostruzione dei gabbioni, che coinciderà con il termine delle operazioni di recupero del patrimonio esistente.

VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE DA ADOTTARE

A questo punto dell'analisi l'applicazione dei gabbioni metallici associata ad un uso consapevole delle risorse può essere considerata con una quantità adeguata di dati oggettivi e di ragionamenti sugli scenari possibili. Nonostante ciò, la valutazione delle tecnologie da adottare è un procedimento essenziale ai fini del progetto, in

quanto, malgrado le circostanze possano confermare una piena coincidenza delle necessità con i vantaggi offerti dal sistema dei gabbioni metallici, è necessario ricercare le condizioni di sostenibilità.

Formalmente questa fase si completa con la ricerca della compatibilità con una serie di fattori che sono potenzialmente in grado di rendere ingiustificato l'uso dei gabbioni metallici per la costruzione di edifici, sia per questioni di incompatibilità iniziale o sia per una serie di problematiche che potrebbero sorgere nel futuro, sia durante che dopo la costruzione.

Innanzitutto, come appena visto, l'uso dei gabbioni deve essere compatibile con le necessità del caso specifico, in quanto, ad esempio, non è auspicabile la ricostruzione in uno stato di fatto che non presenta danni gravi, e allo stesso tempo non è vantaggiosa la costruzione di nuovi edifici massivi per la semplice funzione di assistenza di emergenza, funzione che si renderebbe necessaria per al massimo qualche settimana.

Seconda, ma non per importanza,

è la questione dei materiali.

Nonostante le condizioni possano sembrare favorevoli, è necessario eseguire uno studio completo su quelli che sono i residui della catastrofe, da considerare come le vere e proprie materie prime per i processi di ricostruzione. In questo scenario la disponibilità non si

LA VALUTAZIONE DELLE TECNOLOGIE RICERCA LA COMPATIBILITÀ DEI GABBIONI METALLICI IN ASSOCIAZIONE ALL'USO RESPONSABILE DEI RESIDUI, CON UNA SERIE DI FATTORI, FRA CUI LE NECESSITÀ INDIVIDUATE IN PRECEDENZA, I MATERIALI CHE LA CATASTROFE HA RESO DISPONIBILE, I REGOLAMENTI EDILIZI IN VIGORE E L'OPINIONE PUBBLICA.

limita ai materiali autoctoni vergini per la ricostruzione, come la pietra e il legno, ma si estende al cumulo eterogeneo di materiali alloctoni che sono stati resi (in)disponibili dalla catastrofe. Sulla superficie del terreno è così possibile trovare mattoni, travi profilate, macerie di calcestruzzo armato e in generale quelli che, sbagliando, si chiamano rifiuti da demolizione. Come si può immaginare, non tutti questi materiali sono uguali dal punto di vista della qualità, della purezza (contaminazione) e delle capacità strutturali, e in alcuni casi la loro selezione potrebbe risultare un procedimento non vantaggioso dal punto di vista dell'investimento di tempo e di fondi.

Per questo motivo è indispensabile definire due metodi ben distinti per l'ottenimento della materia prima: la selezione a posterì e la raccolta primaria. Nel primo caso i residui, già completamente demoliti dalla catastrofe devono essere raccolti dal suolo, processati e suddivisi per la separazione dei materiali strutturali. Lo scenario che si presenta in queste circostanze è il più delicato da gestire a causa della difficile definizione a priori della quantità e della qualità degli scarti, i quali potrebbero essere

stati contaminati con delle sostanze tossiche o impoveriti dal punto di vista prestazionale a causa delle sollecitazioni impreviste.

In alternativa alla selezione a posterì è possibile considerare la raccolta primaria dei materiali, assimilabile in tutto e per tutto alla *spolia*². Questo procedimento avviene per mezzo della demolizione selettiva degli edifici che sono stati resi inagibili dall'evento catastrofico, ma che non ne sono stati disintegrati. In questo scenario, le materie prime o i componenti vengono prelevati singolarmente direttamente dal manufatto edilizio, depositati in cantiere e riutilizzati in loco.

Tutti questi ragionamenti hanno il limite fondamentale che prescinde dal loro utilizzo: la disponibilità. Se in un contesto italiano tendenzialmente il reperimento di materia di recupero con delle prestazioni strutturali come mattoni pieni e scarti di calcestruzzo non dovrebbe essere un problema, in altri scenari, come per esempio quello americano, caratterizzato da edifici leggeri in legno, la disponibilità di materiali di recupero adeguati al riempimento delle murature in gabbioni metallici potrebbe essere

LA SELEZIONE A POSTERÌ E LA RACCOLTA PRIMARIA SONO I DUE METODI PER L'OTTENIMENTO DELLE MATERIE PRIME DI RECUPERO PER L'ATTUAZIONE DI UN PIANO SOSTENIBILE.

un vincolo all'adozione di questo sistema strutturale.

Tornando al tema della compatibilità, in aggiunta all'attinenza con le necessità e alla giusta disponibilità delle materie prime, è necessario confrontarsi con altre due realtà che, in un modo o nell'altro, possono rendere impossibile la realizzazione del progetto. I regolamenti edilizi e l'opinione pubblica, infatti, hanno un ruolo chiave, sebbene in due modi diversi, per l'approvazione di un piano sostenibile di questo calibro, in quanto da una parte potrebbero, come è successo per il caso di Stock Orchard Street³, portare ad una denaturazione - e ad una conseguente perdita della sostenibilità iniziale - del progetto, o al contrario creare una sorta di resistenza sociale nei riguardi di



Stocksnapper, Demolizione sito macerie, cemento e acciaio

un sistema edilizio sconosciuto, diverso nel funzionamento e in alcuni casi anche nell'aspetto, rispetto a quelli che la comunità colpita dalla catastrofe è abituata a vedere. In entrambi i casi il ruolo fondamentale del progettista sarà quello di promuovere e dare fondamento alle sue scelte, per attenersi da una parte alle norme di igiene e sicurezza e dall'altra convincere la popolazione dei vantaggi economici e sociali di un nuovo sistema edilizio.

PROGETTO E COMUNITÀ

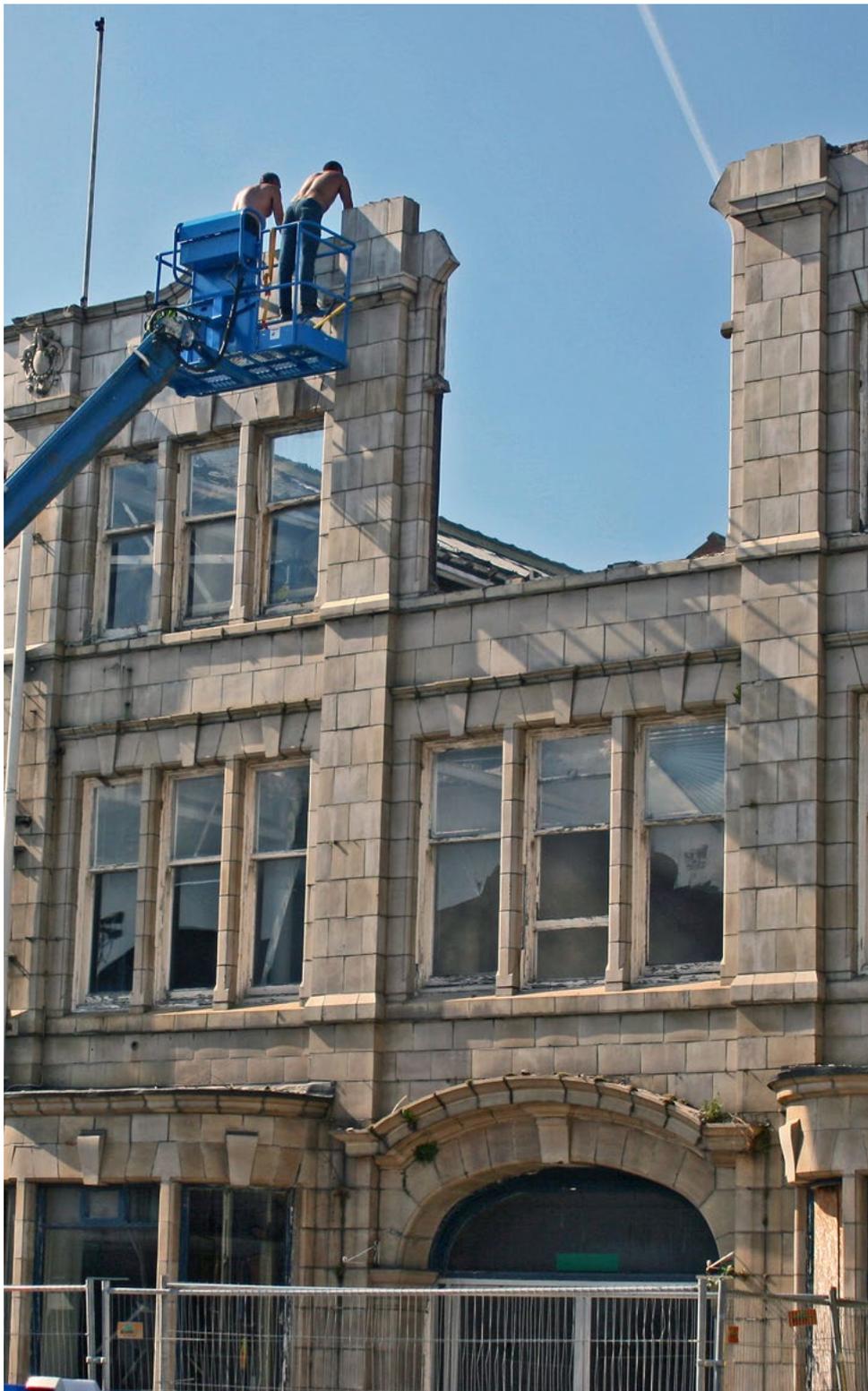
La fase delle operazioni preliminari, una volta considerate le potenzialità e i limiti del sistema, si conclude con la fase di progetto e di formazione della comunità. Questi due aspetti devono coesistere in modo sinergico e, in base alle possibilità che si presentano, la comunità e i progettisti devono collaborare per l'ottenimento di un progetto in grado di migliorare il precedente stato di fatto e di rispecchiare le varie necessità delle persone, sia come singoli che come gruppo secondo tutti i dettami e gli accorgimenti, le sfide e le difficoltà che sono state presentate nel corso

delle prime due sezioni della tesi.

Ricapitolando, i nodi da affrontare per raggiungere un progetto di recupero sostenibile sono due: la permanenza della materia, da cui si snodano i temi di circolarità e resilienza dell'ambiente costruito e dei singoli componenti, e la partecipazione, la quale porta al focus sulle reazioni umane alle catastrofi, alla condivisione del progetto con la comunità e quando possibile all'autocostruzione partecipata.

PREDISPOSIZIONE DELLA FILIERA DI RECUPERO

Per analizzare questo punto è necessario considerare lo stato di fatto prodotto dalla specifica azione catastrofica: è possibile applicare la demolizione selettiva degli edifici non più agibili o la forza distruttiva del disastro ha "demolito" i fabbricati in modo spontaneo e incontrollato? Organizzare la filiera di recupero significa partire valutando i materiali disponibili e le loro condizioni, considerando che per un piano di recupero sostenibile sono necessari non solo elementi per usi non strutturali (ad esempio per i rivestimenti),



Aked's Garage, Demolition

ma l'edificazione dei gabbioni metallici richiede anche dei materiali da utilizzare come riempitivo strutturale.

Applicare, quando possibile, la demolizione selettiva, consente, come visto precedentemente, di ottenere all'origine materiali più puri ed omogenei, che devono subire dei processi più semplici rispetto a quelli pervenuti in modo indifferenziato, con una quantità notevole di materie

ORGANIZZARE LA FILIERA DI RECUPERO SIGNIFICA VALUTARE I MATERIALI DISPONIBILI E LE LORO CONDIZIONI, CONSIDERANDO CHE PER UN PIANO SOSTENIBILE SONO NECESSARI MATERIALI STRUTTURALI DA RECUPERARE ATTRAVERSO LA DEMOLIZIONE SELETTIVA O CON OPERAZIONI DI SCAMBIO DI MATERIE PRIME.

differenti mischiate fra di loro.

Da questi processi, quando all'origine sono già disponibili, è possibile recuperare una buona parte dei materiali necessari per la ricostruzione, soprattutto quelli per usi strutturali, che possono essere mattoni pieni in buono stato, pietre naturali e macerie di calcestruzzo. Quando il recupero dei materiali è terminato, è necessario procedere con una serie di accertamenti in grado di determinare la loro capacità di sottoporsi ad un nuovo ciclo di vita: questi esami sono volti a valutare la loro purezza e la resistenza strutturale quando inseriti in un gabbione prototipo.

Al contrario, nel caso di una catastrofe distruttiva le macerie che si possono trovare già demolite a livello del suolo non sono pure, ma sono mischiate fra di loro, abbattute dal disastro. Il rischio, in questo caso non è solo quello di fallire nel tentativo di separare i materiali, ma di avere una serie di contaminazioni di elementi pericolosi e inquinanti che sono stati rilasciati a causa delle sollecitazioni straordinarie; questi possono essere fluidi provenienti da apparecchiature tecniche, olii minerali, materiali organici e amianto.

Un impianto di trattamento delle macerie *efficiente deve essere in grado di frantumare, classificare, vagliare, immagazzinare, trasportare. Deve inoltre essere in grado di suddividere il materiale in ingresso in tre flussi: il materiale nuovamente utilizzabile, la frazione leggera e la frazione metallica*⁴.

Il limite, in questo caso, risiede nell'impossibilità di suddividere fra di loro gli aggregati inerti in uscita dal sistema, i quali potranno essere usati unicamente con scopi non strutturali.

In questo caso l'applicabilità della tecnologia strutturale dei gabbioni metallici continua a restare valida grazie ad uno stratagemma, ossia lo scambio. Come suggerisce l'esempio di Stock Orchard Street³, quando il materiale recuperato non è valido dal punto di vista strutturale, è possibile smaltirlo o venderlo e acquistare, ad un costo irrisorio, altro materiale (che per altri è scarto) più prestante. In questo modo sarà possibile sostituire una serie di aggregati non strutturali che potranno essere utilizzati per la moderazione del paesaggio o come sottofondo per la costruzione della pavimentazione stradale, con un carico di "nuovo" materiale strutturalmente valido da inserire nei gabbioni metallici.

HOW TO: COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO IN GABBIONI

QUALI SONO LE FASI DI COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO IN GABBIONI METALLICI? È NECESSARIO ATTUARE DEGLI ACCORGIMENTI PARTICOLARI? QUALI SONO LE POSSIBILITÀ OFFERTE DA QUESTO METODO DI COSTRUZIONE?

FASE UNO: FONDAZIONI

Entrando nello specifico della costruzione, il primo step, com'è doveroso, si occupa delle fondazioni. Una struttura in gabbioni metallici interagisce con il piano di fondazione come una muratura tradizionale in mattoni pieni, la quale presenta al suolo unicamente carichi distribuiti in modo quanto più uniforme, e dove non sono presenti pilastri e carichi puntiformi. Per questo motivo, sfruttando lo spessore delle pareti, è possibile creare un cordolo di fondazione fittizio che altro non è che un prolungamento

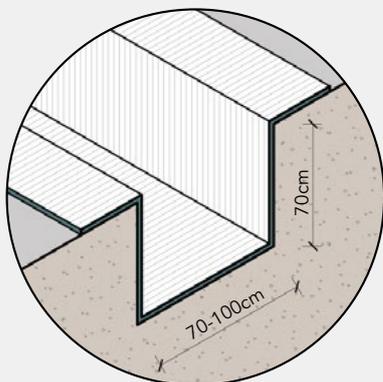
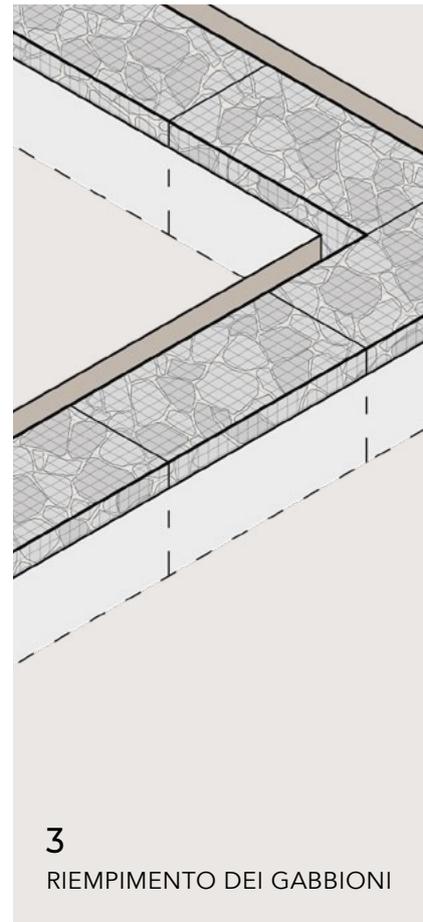
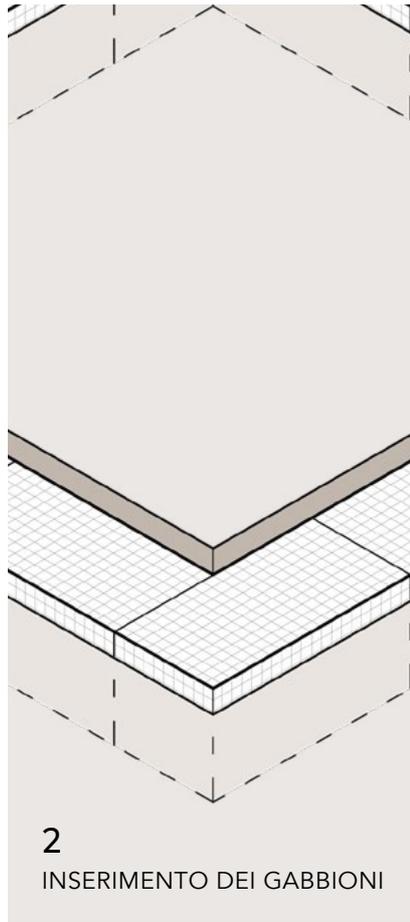
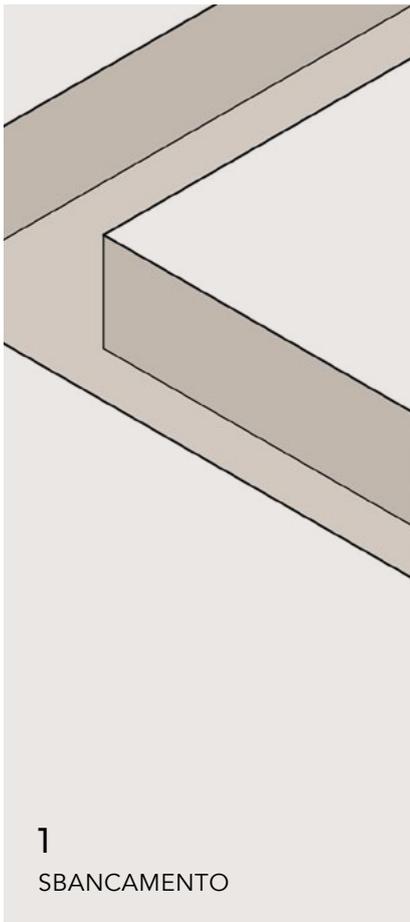
della parete in profondità nel terreno, generalmente senza alcuna necessità di ispessimenti, fatta eccezione per la creazione di un eventuale appoggio per la soletta controterra.

I lavori iniziano con le operazioni di sbancamento del terreno, con la creazione di sedi profonde almeno 70 cm con un'ampiezza tale da consentire non solo l'inserimento del cordolo, ma anche una discreta un'accessibilità dall'esterno dei gabbioni durante la fase di costruzione, la quale richiederà almeno 15 cm per lato¹.

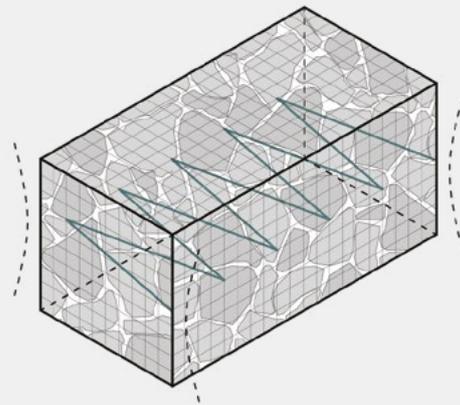
Prima di posizionare le gabbie, è doveroso predisporre un manto di

protezione permeabile anti radice il quale, in base alle necessità tecnologiche del pacchetto murario, può essere accoppiato con una guaina impermeabilizzante per prevenire la risalita di umidità.

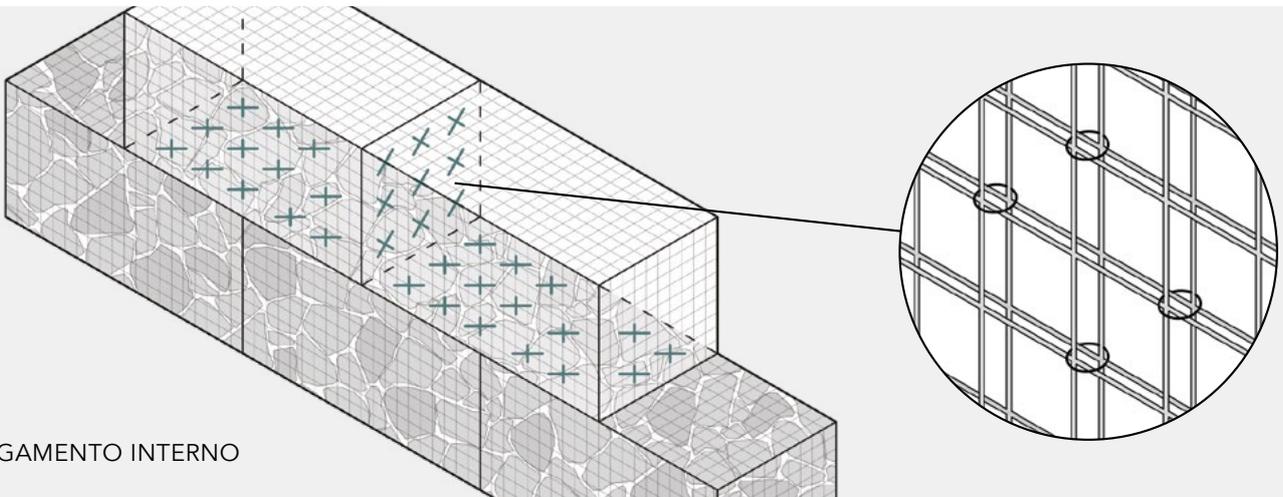
A questo punto è possibile iniziare il riempimento delle gabbie appena inserite nella sede, considerando che non sono necessari accorgimenti particolari rispetto alla costruzione del resto della muratura fuori terra, se non l'aggiunta di legature supplementari fra le due facce esterne del gabbione a metà della sua altezza, questo per assicurare un comportamento strutturale quanto più performante,



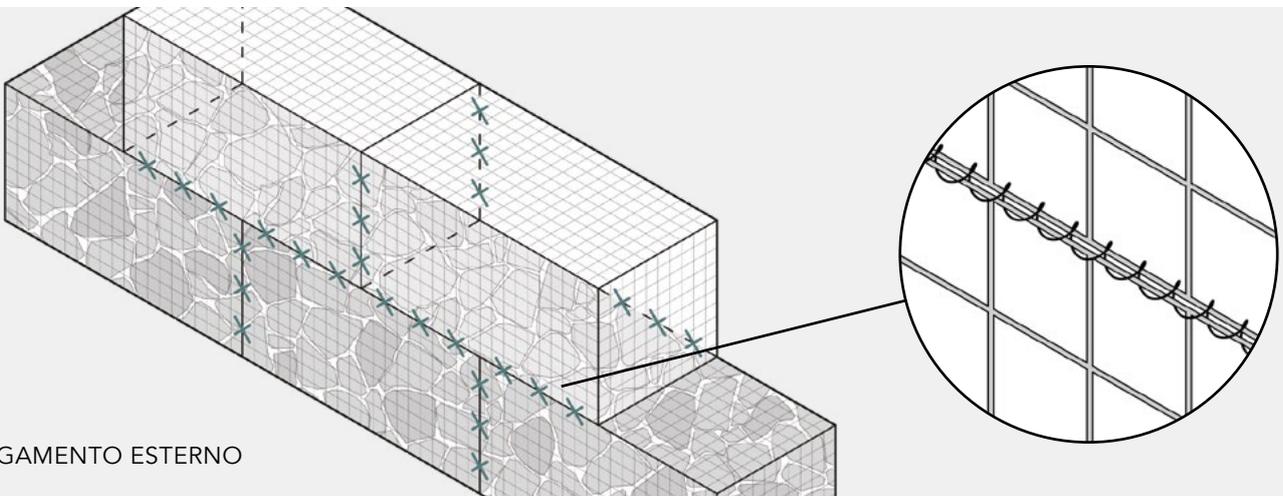
In base alle necessità è opportuno inserire una protezione antiradice da accoppiare ad un'eventuale guaina impermeabilizzante.



I carichi della muratura possono deformare il cordolo di fondazione, per questo motivo è indicato l'inserimento di un rinforzo interno.



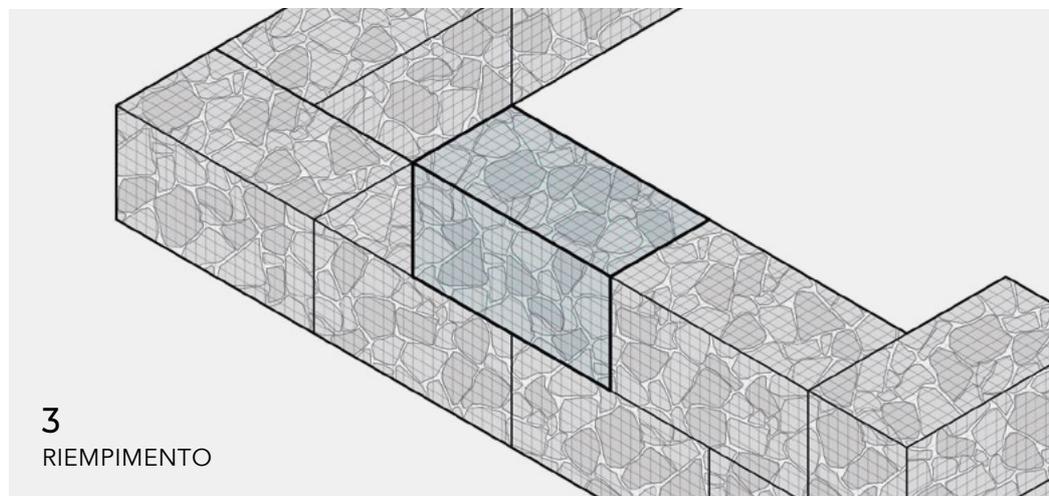
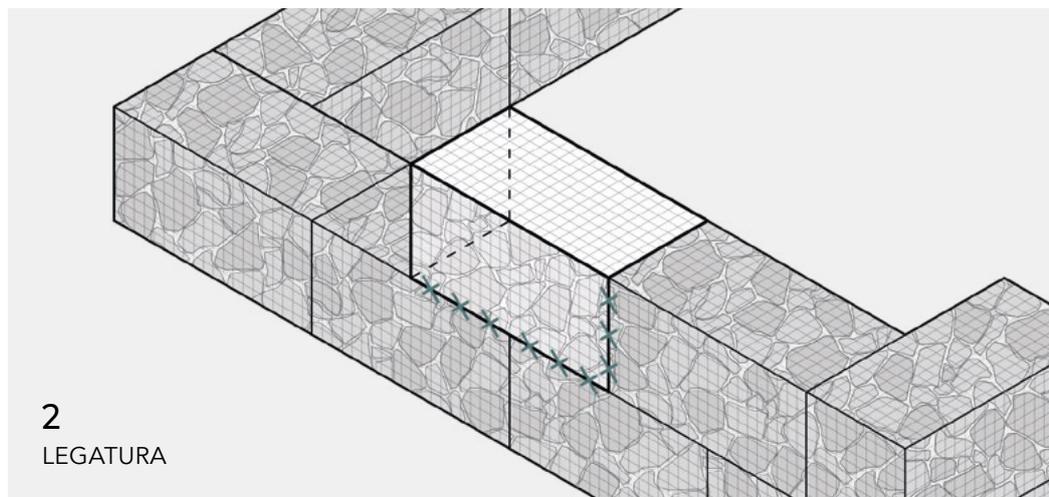
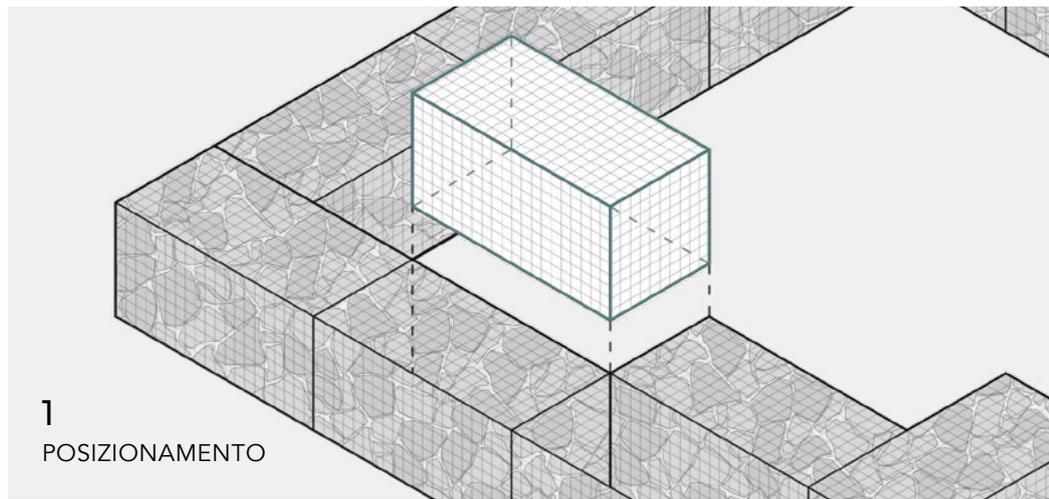
COLLEGAMENTO INTERNO

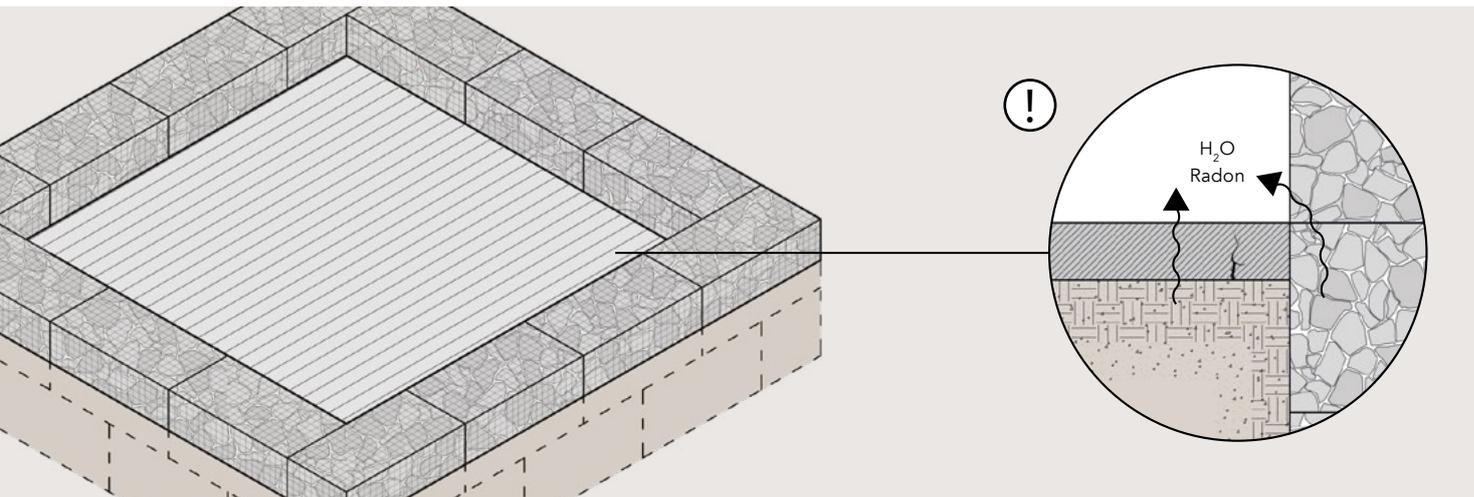


COLLEGAMENTO ESTERNO

limitando allo stesso tempo le deformazioni della gabbia. (A) Per consentire, come detto in precedenza, un comportamento monolitico della struttura ultimata, è necessario procedere non solo con le legature intermedie, ma anche con la solidarizzazione delle gabbie fra loro stesse. Questo può avvenire in due modi: l'associazione Architecture & Développement² suggerisce di legare o torcere fra di loro le reti delle facce affiancate di ogni gabbione, creando in questo modo una serie di nodi sulla totalità delle superfici interne alla muratura. Al contrario, Julio Samayoa, Simonetta Baraccani, Luca Pieraccini e Stefano Silvestri, nell'articolo "Seismic Behavior of One-Storey Gabion-Box Walls" propongono un altro metodo, per cui l'unione delle gabbie si attua sugli spigoli esposti (sia quelli della superficie interna che esterna della parete) per mezzo della legatura con un filo di acciaio.

Una volta completato il riempimento del livello basamentale del cordolo di fondazione è possibile procedere con la sovrapposizione del secondo corso di gabbioni, i quali devono essere sfalsati di mezzo passo e fissati gli uni con gli altri contestualmente alla chiusura del corso inferiore.





FASE DUE: SOLAIO CONTROTERRA

Una struttura composta da gabbioni metallici si comporta in modo anomalo rispetto a come ci si aspetterebbe: le parti che la compongono svolgono dei compiti diversi rispetto alle murature tradizionali, e per questo devono essere trattate nel modo adeguato per ottimizzare al meglio ogni singolo strato sia nella sua individualità, sia come collaborazione sinergica fra le parti.

Ad esempio, la struttura vera e propria, oltre che ad avere un comportamento monolitico in grado di sfruttare il campo plastico della deformazione per migliorare le sue

capacità strutturali, è traspirante. Questa caratteristica, se non opportunamente considerata potrebbe configurarsi in una serie di problematiche come la risalita di umidità e l'infiltrazione incontrollata di aria dall'esterno. Al contrario, un progetto consapevole, può portare ad un uso ragionato di questa proprietà, che nello specifico può essere utilizzata per ventilazione del piano delle fondazioni e allo stesso tempo, unita all'inerzia termica del materiale di riempimento, può configurarsi come uno strato ventilato in grado di aumentare le prestazioni dello strato di isolante termico posto all'interno.

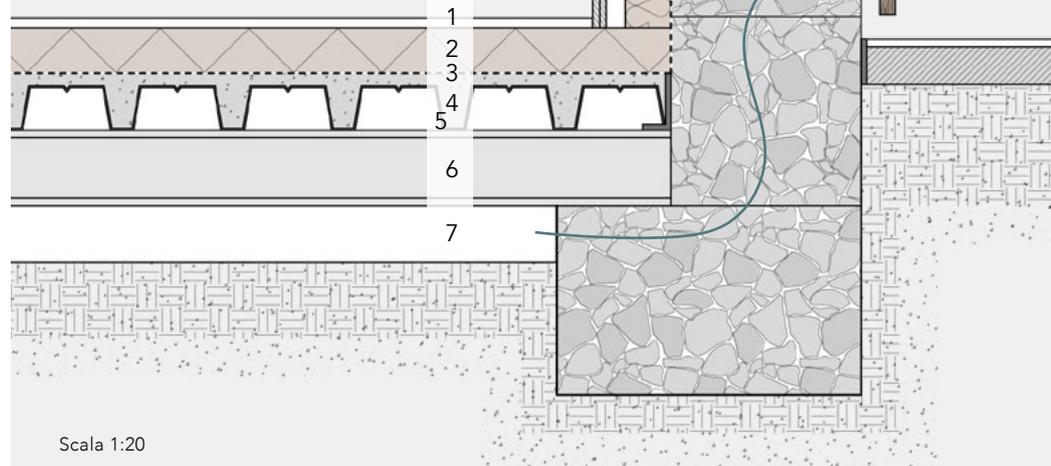
Entrando nel merito di questo paragrafo, una volta completati

i due corsi di gabbioni ipogei che costituiscono il cordolo di fondazione della struttura muraria portante, il resto della superficie interna dell'edificio deve essere ancora collegata e isolata dal suolo. Per questo motivo, un solaio ventilato è la migliore opzione contemplabile e l'utilizzo dei gabbioni metallici, considerando la loro permeabilità all'aria, può costituire un vantaggio nei confronti dell'aerazione della soletta.

Dal punto di vista operativo, l'inserimento di una soletta ventilata deve avvenire attraverso uno sbancamento del terreno che corrisponde alla superficie interna abitabile. In questo spazio, una volta livellato e reso stabile

SOLAIO A SECCO

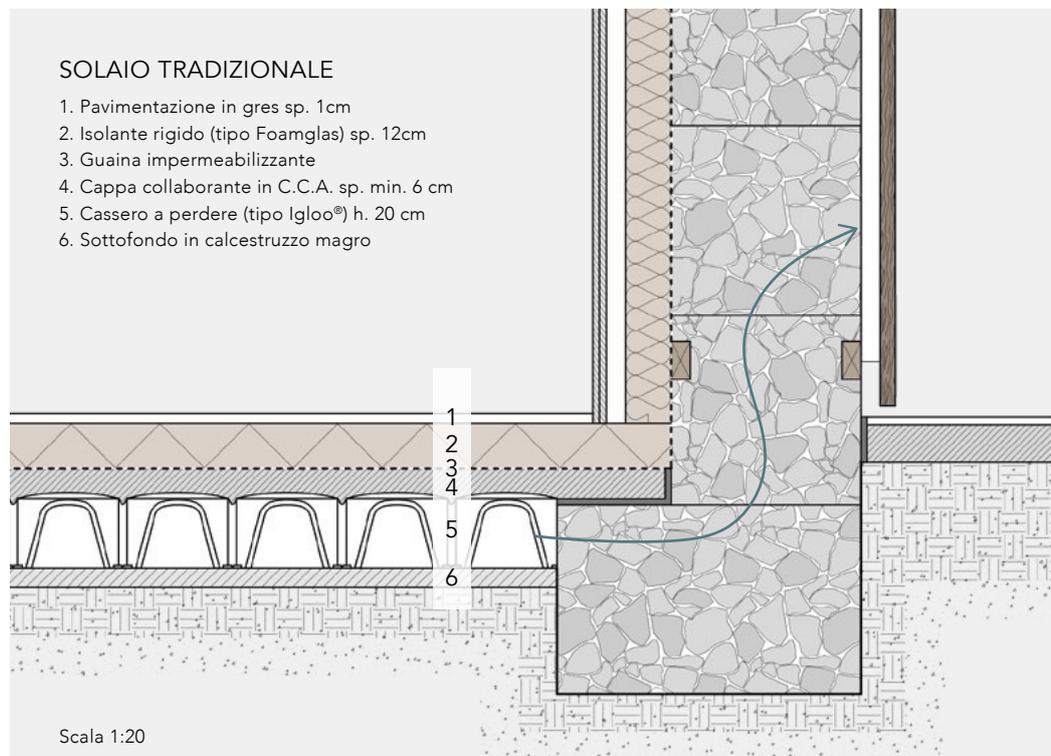
1. Pavimentazione in gres sp. 1cm
2. Isolante rigido (tipo Foamglas) sp. 12cm
3. Guaina impermeabilizzante
4. Lamiera grecata h. 12 cm
5. Allettamento in argilla espansa
6. Trave profilata IPE 200
7. Intercapedine ventilata



il terreno di fondo, potrà essere inserito un solaio appeso (con travi in legno o in acciaio) o su pilastri, il quale in base alle necessità potrà configurarsi come una soletta appoggiata su setti o come un sistema igloo® con cassero a perdere e getto in opera. La circolazione dell'aria può avvenire tramite un canale di ventilazione o, come appena visto, attraverso le cavità presenti tra gli agglomerati di riempimento dei gabbioni. In questo caso è necessario lasciare che il flusso d'aria circoli liberamente all'interno delle pareti, evitando il più possibile impedimenti, come una barriera anti vento o un cappotto coibente, i quali dovranno essere posizionati sul lato interno della muratura.

SOLAIO TRADIZIONALE

1. Pavimentazione in gres sp. 1cm
2. Isolante rigido (tipo Foamglas) sp. 12cm
3. Guaina impermeabilizzante
4. Cappa collaborante in C.C.A. sp. min. 6 cm
5. Cassero a perdere (tipo Igloo®) h. 20 cm
6. Sottofondo in calcestruzzo magro



FASE TRE: MURATURE

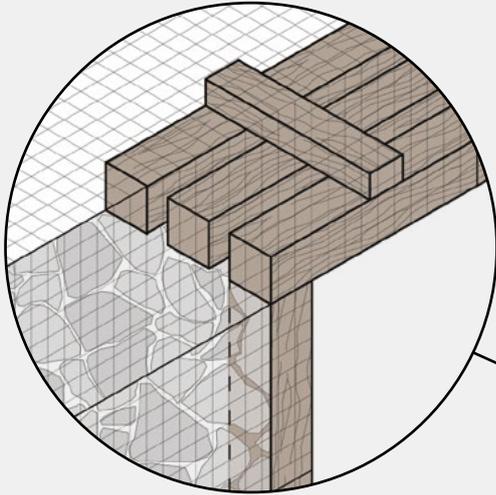
Considerando gli stessi accorgimenti che sono stati presi per la manifattura delle fondazioni (fatta eccezione per le legature interne supplementari dello strato di gabbioni basamentale), corso dopo corso è possibile procedere con il posizionamento dei gabbie metalliche vuote, la corretta legatura fra le parti e il successivo riempimento con lo stesso materiale utilizzato per le parti precedentemente completate.

A questo punto dell'edificazione deve essere ben chiaro quale sarà il carattere finale dell'architettura, sia a livello compositivo che tecnologico, in quanto è necessario predisporre le pareti ad accogliere e supportare una serie di elementi che spaziano dagli infissi, ai rivestimenti, agli apparati tecnici e impiantistici.

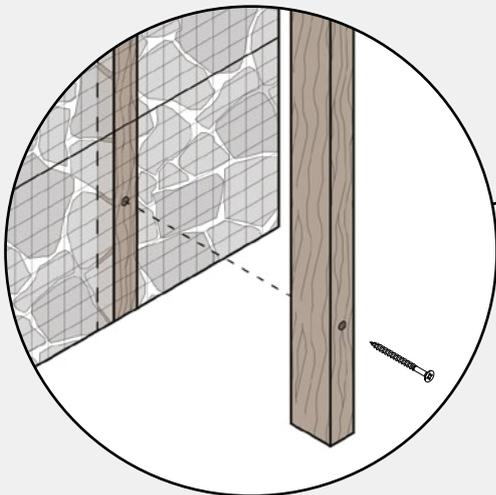
Per quanto riguarda gli infissi, contestualmente all'innalzamento delle pareti, sarà necessario procedere con il taglio e l'adeguamento dimensionale di una serie di gabbioni per consentire la creazione delle aperture che ospiteranno i serramenti: a questo proposito, così come avviene per

le murature tradizionali, i falsi telai in legno devono essere integrati direttamente nella struttura portante e resi collaboranti con le gabbie per mezzo dell'azione di bloccaggio del riempimento strutturale che li circonda. Lo stesso trattamento viene riservato agli architravi, sempre in legno, i quali sono composti da travette principali rese collaboranti da una struttura trasversale secondaria. Questo sistema, al pari dei falsi telai, è inglobato nel sistema strutturale e saldamente ancorato alla faccia inferiore della gabbia (L).

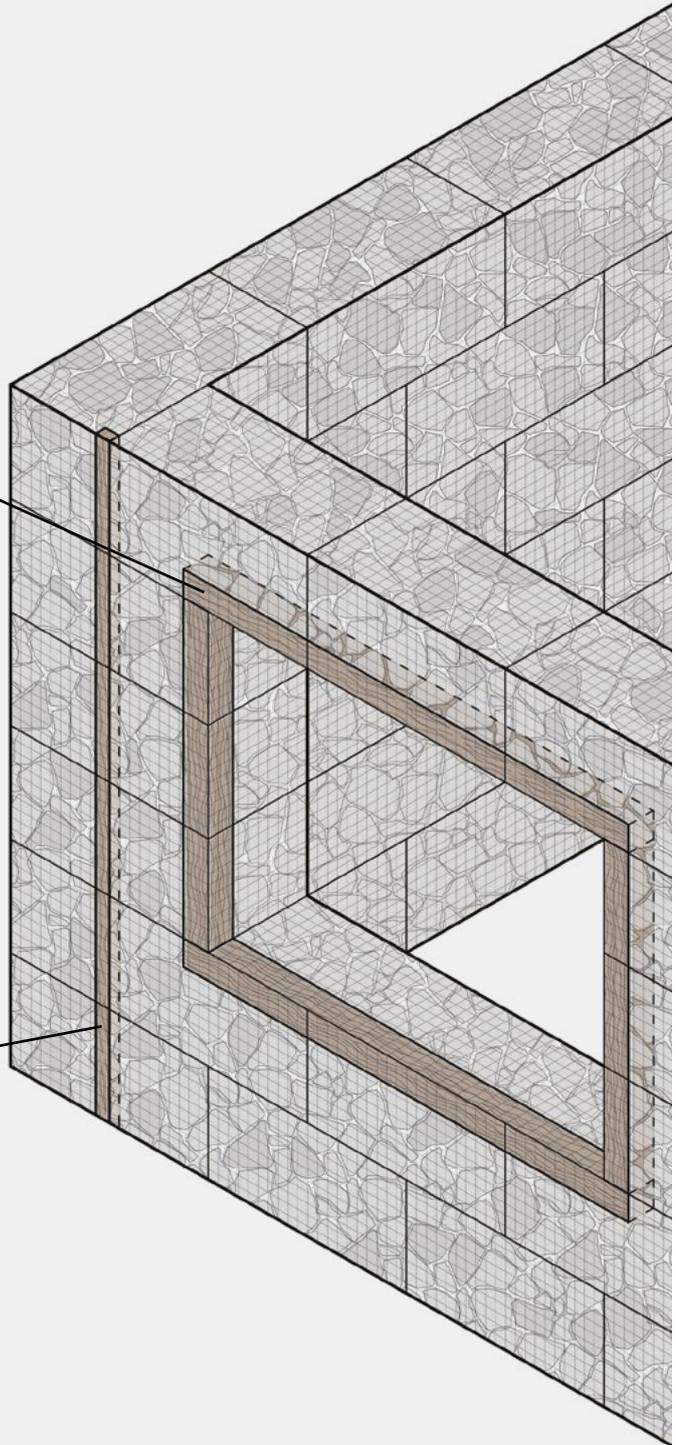
In merito alla predisposizione delle murature al supporto degli strati di rivestimento è necessario sapere se si intende procedere con dei sistemi tradizionali o a secco. Nel primo caso la texture porosa dei gabbioni consentirà il supporto necessario agli strati, mentre nell'eventualità di un sistema secco è opportuno inserire nei gabbioni una serie di elementi - i quali altro non sono che telai in legno o in metallo, da posizionare verticalmente o orizzontalmente - in grado di fornire un adeguato supporto agli strati da aggiungere, i quali potranno per giunta presentare una serie di intercapedini adeguatamente dimensionate per ospitare gli apparati tecnologici e impiantistici necessari.



ARCHITRAVE



TELA DI FACCIATA



FASE QUATTRO: COPERTURE

L'innalzamento delle strutture murarie continua fino al raggiungimento della quota desiderata. A questo punto deve essere inserito nei gabbioni, in aderenza con la faccia interna, un cordolo in legno per l'innesto della soletta e della copertura (M). Come per tutte le componenti che svolgono la funzione di ancoraggio (telai per gli infissi, telai per i rivestimenti, architravi...), anche in questo caso l'elemento ligneo deve essere integrato nella struttura e reso collaborante.

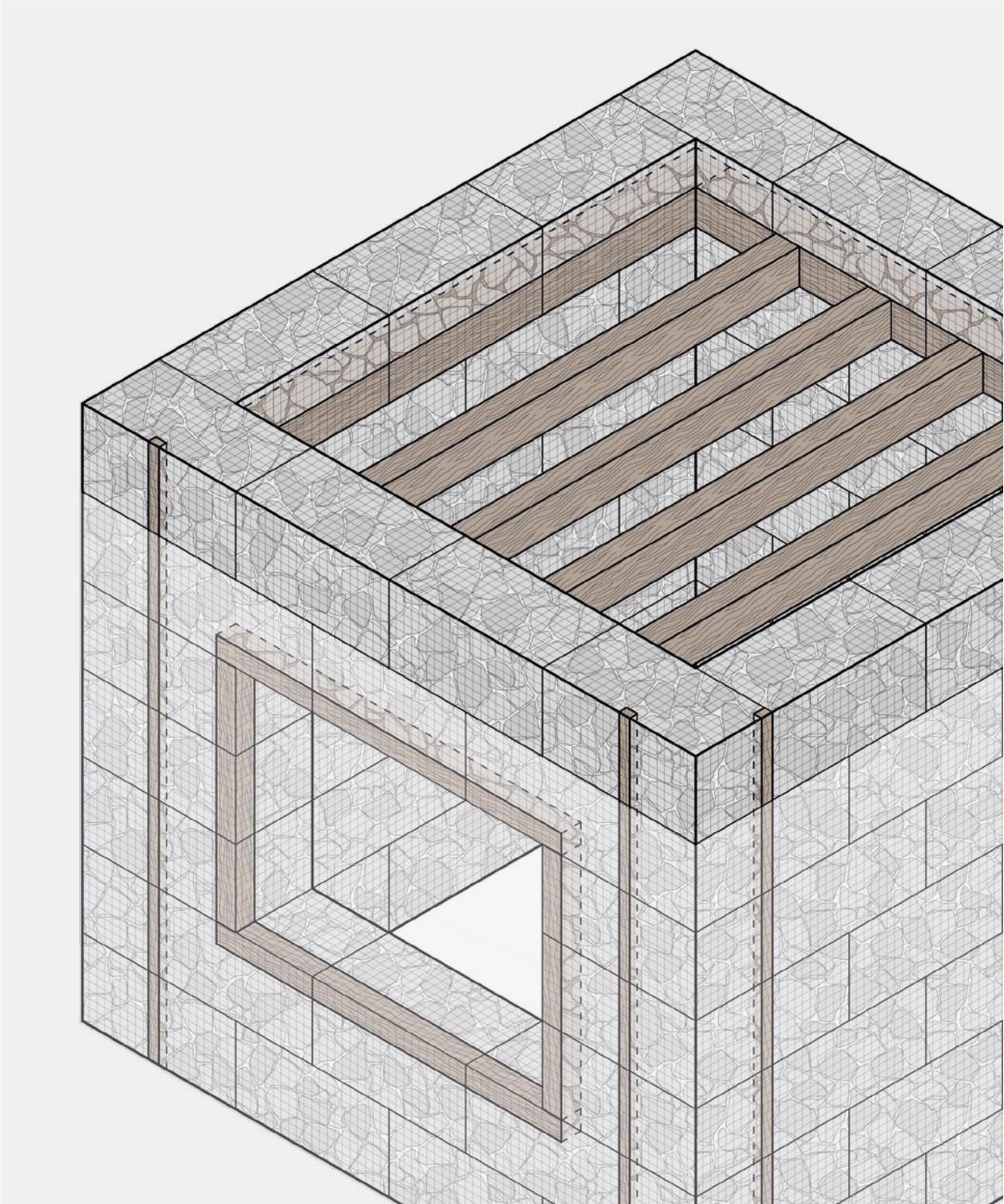
La scelta della copertura, così come per i rivestimenti, è subordinata non

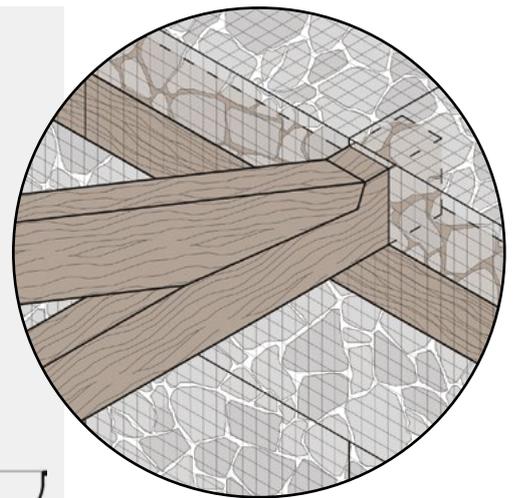
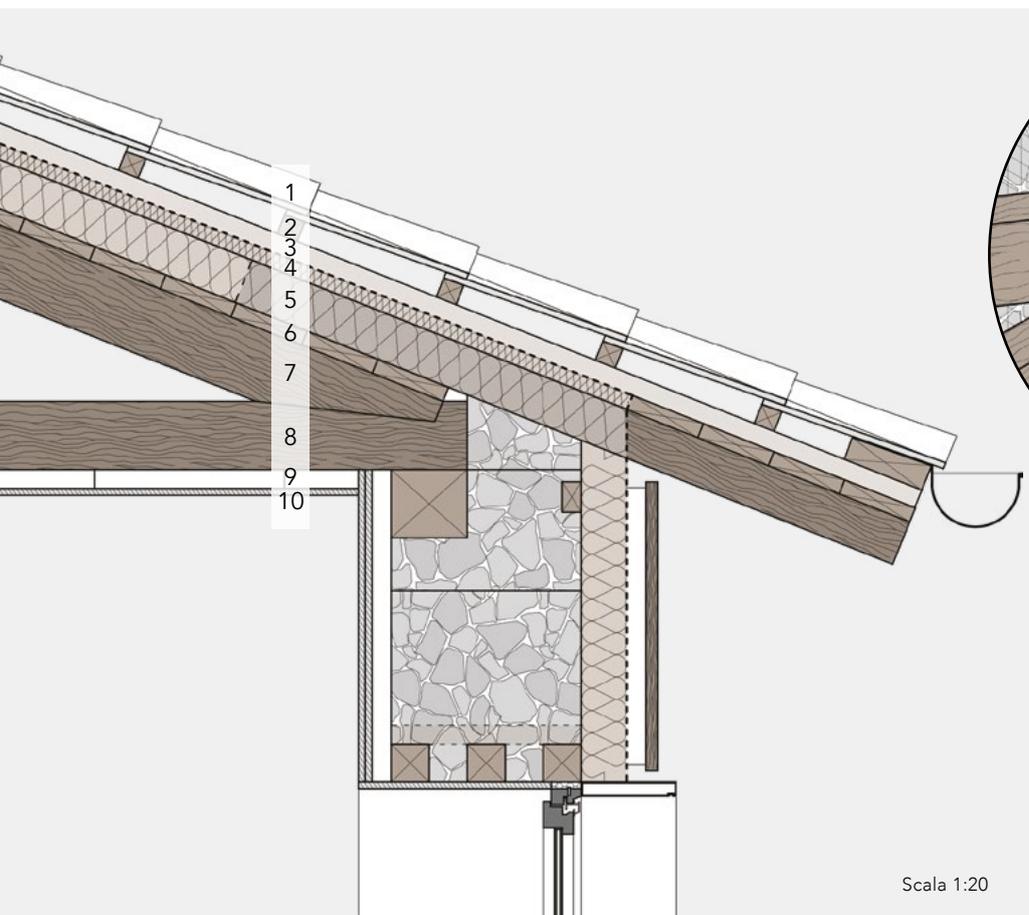
solo al carattere architettonico che si vuole conferire all'edificio, ma anche alle necessità climatiche del luogo e ai vincoli strutturali posti in essere dalla scelta dei gabbioni metallici come elemento strutturale. Per questo motivo è consigliato propendere verso una copertura leggera e flessibile, in grado da un lato di non sovraccaricare le murature, e dall'altro di adattarsi senza subire danni agli assestamenti in campo plastico ed elastico che caratterizzano il sistema in gabbioni metallici. Per questo motivo il catalogo di tecnologie fra cui scegliere si restringe alle coperture in metallo o in legno, piane o inclinate, escludendo i sistemi in laterocemento, troppo rigidi per il soddisfacimento dei

requisiti prestazionali richiesti.

Non avendo la possibilità, per questioni di sovraccarico e di stabilità in caso di terremoto, di innalzare le pareti per sostenere una trave di spina, nel caso delle coperture a doppia falda è necessario che le travi inclinate collaborino con la soletta per la creazione di una serie di capriate, le quali per giunta sono in grado di scaricare il proprio peso in direzione assiale alla parete, contribuendo ad un migliore equilibrio.

Una volta che il sistema strutturale della copertura è stato installato sul cordolo, è possibile completare il riempimento dell'ultimo corso di gabbioni.

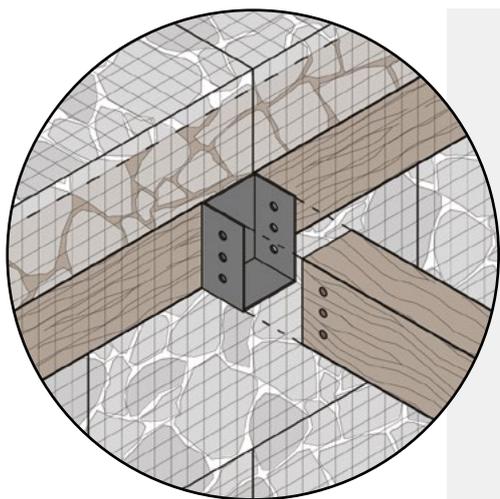




COPERTURA INCLINATA

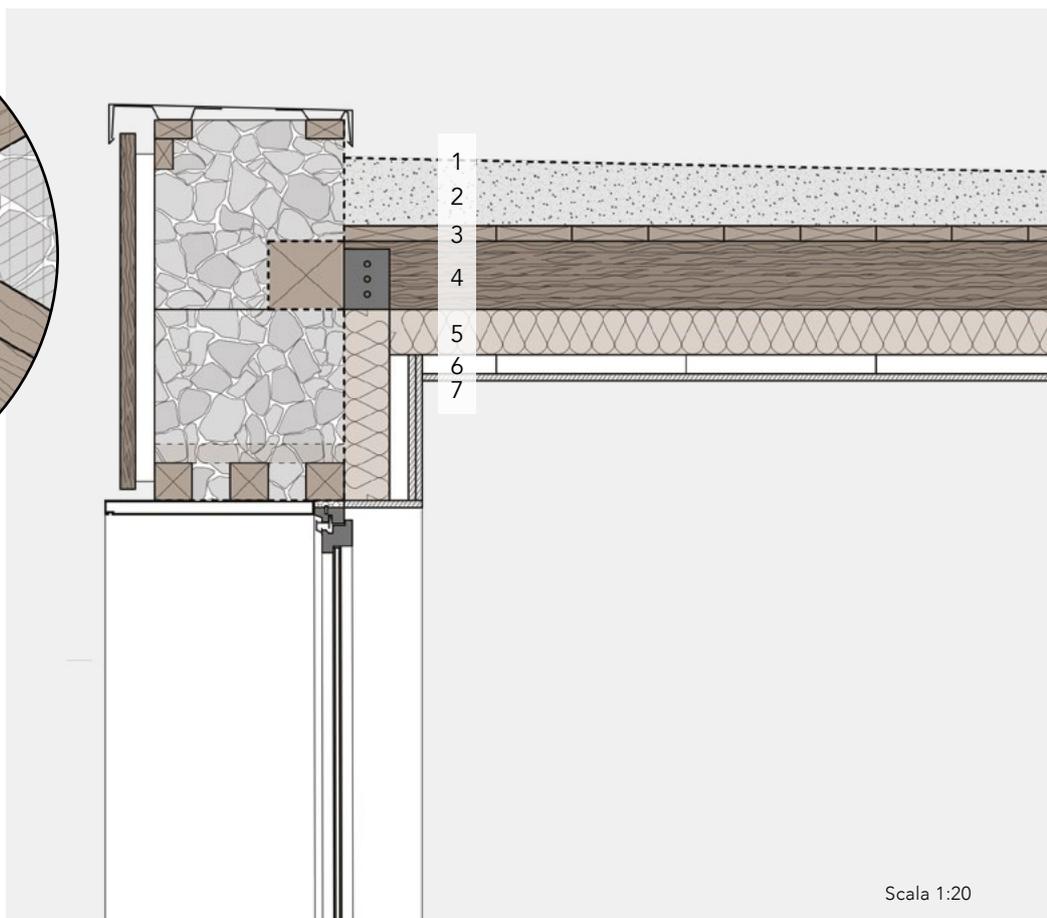
1. Coppi
2. Telaio per copertura
3. Intercapedine per ventilazione
4. Isolante semirigido in fibra di legno (50kg/m³) sp. 4cm
5. Isolante semirigido in fibra di legno (50kg/m³) sp. 12cm
6. Assito ligeno sp. 4cm
7. Puntone in legno 10x18cm
8. Catena in legno 10x18cm
9. Intercapedine tecnica non ventilata
10. Fibrogesso sp. 1,8cm

Scala 1:20



COPERTURA PIANA

1. Guaina bituminosa isolante ardesiata
2. Massetto di pendenza alleggerito (1000 kg/m³)
3. Assito ligneo sp. 3cm
4. Travetto in legno lamellare 10x18cm
5. Isolante semirigido in fibra di legno (50kg/m³) sp. 12cm
6. Intercapedine tecnica non ventilata
7. Fibrogesso sp. 1,8cm



Scala 1:20

FASE SEI: RIVESTIMENTI

L'ultima fase operativa della costruzione di un edificio in gabbioni metallici coincide con la posa dei rivestimenti. Le possibilità sono pressoché infinite, e dipendono sensibilmente dalle caratteristiche climatiche del luogo, dal carattere dell'architettura vernacolare e dalla mole di investimenti indirizzati verso l'intervento.

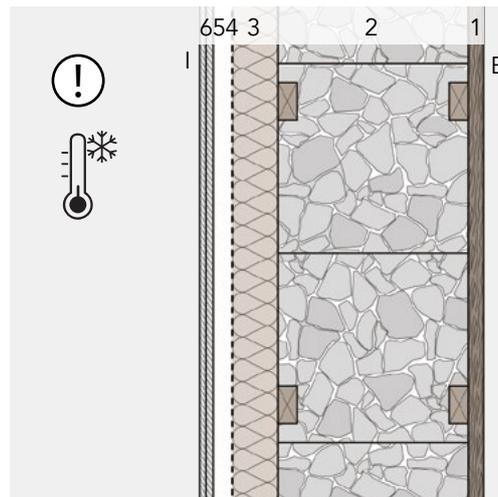
In un clima temperato, ad esempio, non sarà necessario l'inserimento di uno strato coibente in quanto la semplice intonacatura delle pareti e lo

sfruttamento dell'inerzia termica è sufficiente per garantire delle prestazioni termiche adeguate. A tal proposito, Architecture & Développement ha sperimentato con successo in Marocco, in Nepal e ad Haiti, un intonaco a base di terra cruda, il quale è stato utilizzato come strato superficiale in grado sia di proteggere la struttura, che di donare alla costruzione un carattere tipico dell'architettura vernacolare del luogo specifico.

Per quanto riguarda i climi più rigidi, una semplice intonacatura potrebbe non essere sufficiente a raggiungere i requisiti prestazionali. Per questo motivo

è necessario attuare una serie di accorgimenti per la protezione dalle sollecitazioni climatiche più impattanti in quella zona, come l'inserimento di un cappotto isolante, di una facciata ventilata o di un sistema di schermatura solare.

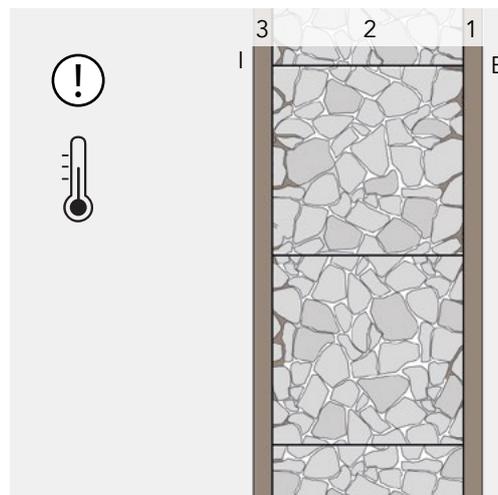
In particolare, come per il riempimento dei gabbioni metallici, i materiali da utilizzare per i rivestimenti possono essere individuati fra i residui della catastrofe e recuperati con i processi precedentemente descritti. Trattandosi di elementi che non devono assolvere ad alcuna funzione strutturale, la loro selezione è più semplice



CLIMI FREDDI (nivali e boreali)

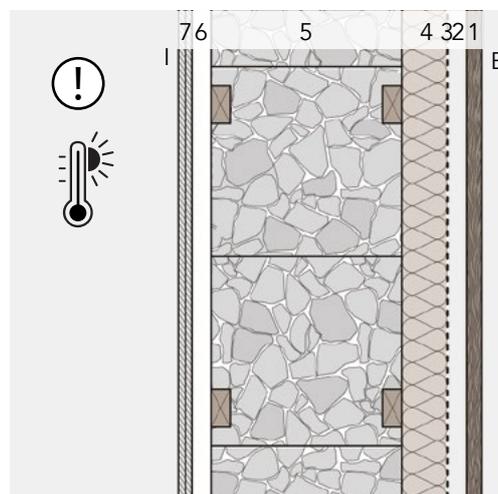
1. Elemento di facciata - Listelli in legno 5x4cm (variabile in base alle esigenze)
2. Muratura in gabbioni metallici
3. Isolante semirigido in fibra di legno (50kg/m³) (spessore variabile in base alle prestazioni)*
4. Barriera al vapore
5. Intercapedine tecnica sp. 5cm
6. Facciata interna - Fibrogesso sp. 3,6 cm (variabile in base alle esigenze)

* Il cappotto è posto sul lato interno per sfruttare l'attenuazione termica prodotta dalla muratura.



CLIMI TEMPERATI

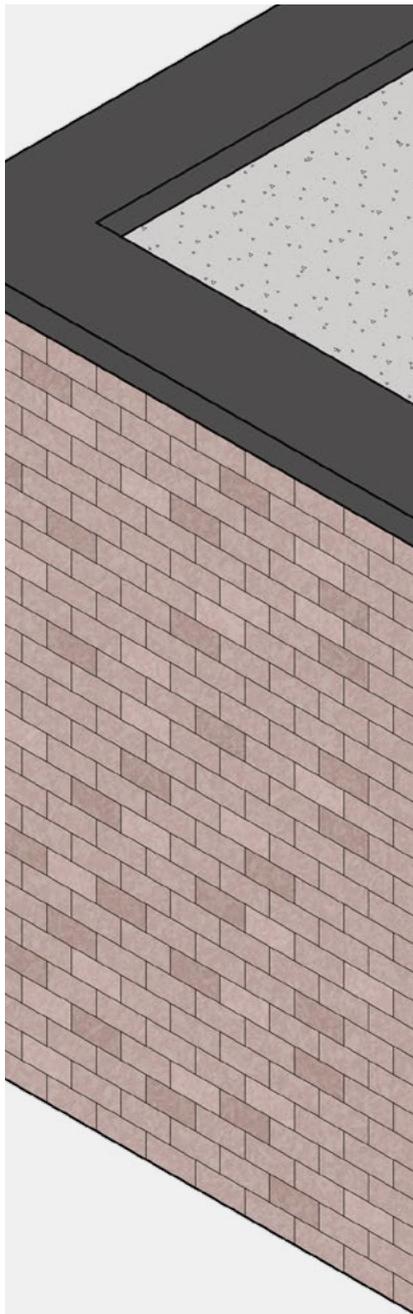
1. Facciata esterna intonacata (variabile in base alle esigenze)
2. Muratura in gabbioni metallici
3. Facciata interna intonacata (variabile in base alle esigenze)



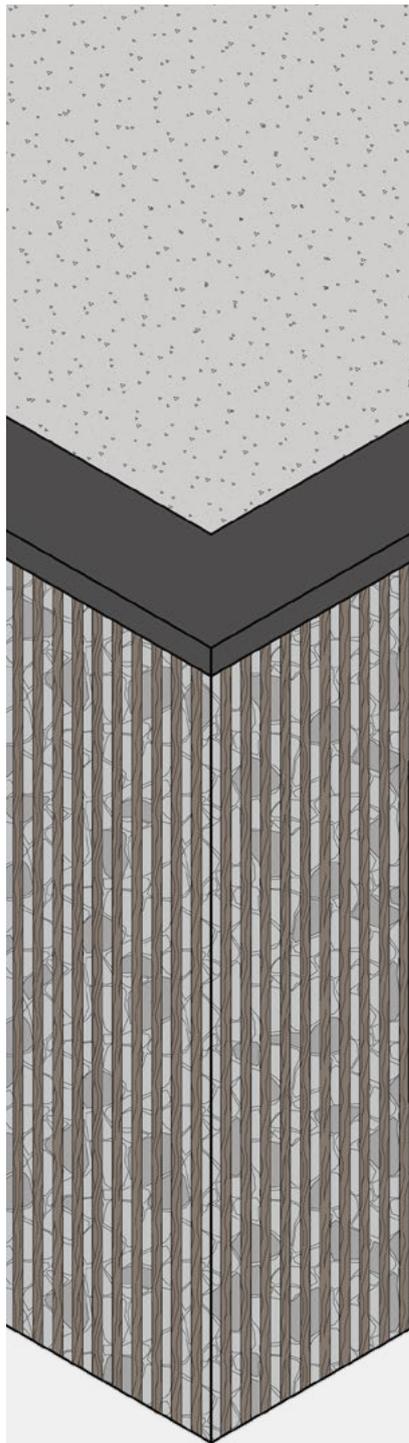
CLIMI CALDI (aridi e tropicali)

1. Elemento di facciata - Listelli in legno 5x4cm (variabile in base alle esigenze)
2. Intercapedine ventilata
3. Guaina impermeabilizzante
4. Isolante semirigido in fibra di legno (50kg/m³) (spessore variabile in base alle prestazioni)*
5. Muratura in gabbioni metallici
6. Intercapedine tecnica sp. 5cm
7. Facciata interna - Fibrogesso sp. 3,6 cm (variabile in base alle esigenze)

* Il cappotto è posto sul lato esterno per sfruttare lo sfasamento termico prodotto dalla muratura.



MATTONI DI RECUPERO



LEGNAME DI RECUPERO



LAMIERE DI RECUPERO

e, a parte i limiti dettati dallo stato di conservazione e dal carattere finale dell'architettura, non ci sono vincoli particolari che impediscono l'utilizzo di un materiale rispetto ad un altro.

Nel caso di coperture inclinate possono essere riutilizzati i coppi e le tegole di recupero dagli edifici ammalorati, gli elementi in legno possono essere impiegati per il rivestimento delle pareti (come nell'edificio presentato di seguito), ma, seguendo le necessità del caso è possibile rivestire i gabbioni con la pietra o il laterizio recuperati e, nascondendo la struttura, è possibile stravolgere completamente il carattere finale dell'architettura, alleggerendone i tratti o conformandoli alla tradizione vernacolare del luogo.

Quando possibile, sono recuperabili non solo i materiali, ma anche le componenti funzionali: in questo modo sarà possibile inserire nel nuovo sistema edilizio porte, finestre ed altri elementi tecnici in buono stato di conservazione provenienti da altri edifici da demolire, dove la loro funzione non è più necessaria.

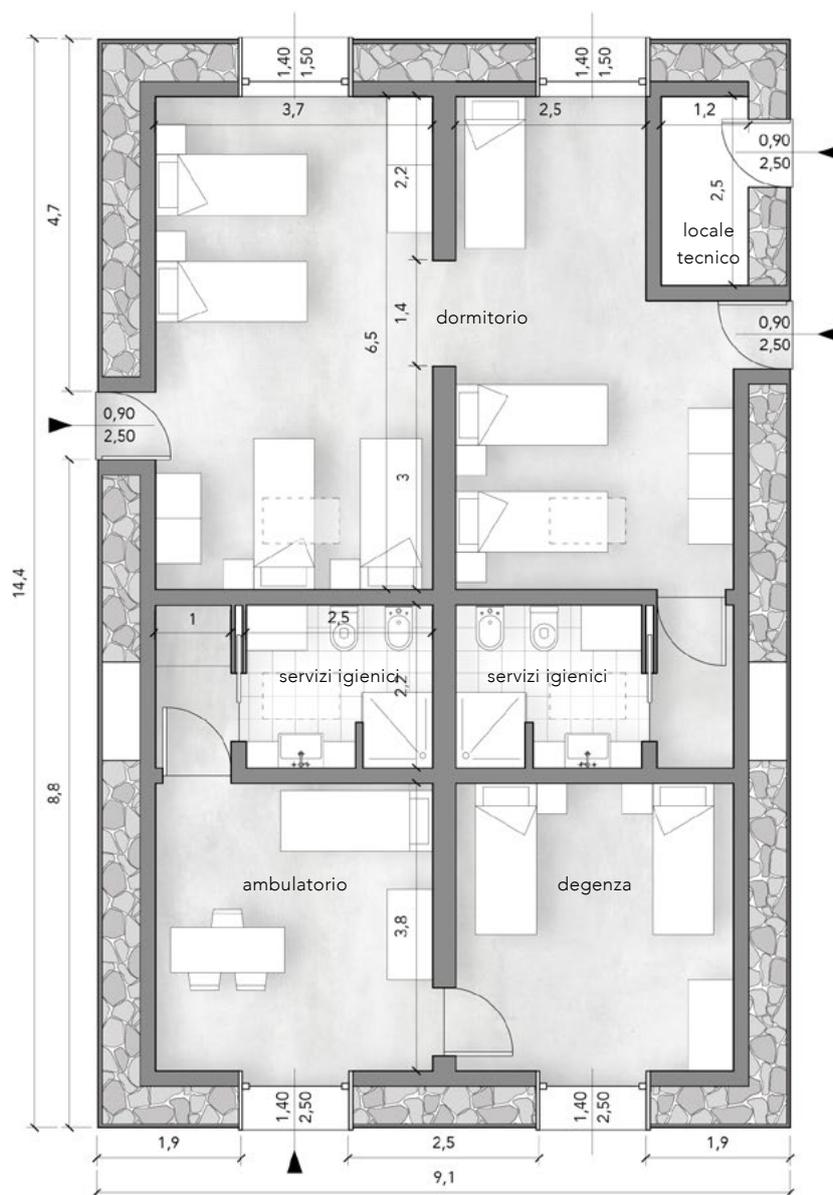
EVOLUZIONE DI UN EDIFICIO IN GABBIONI METALLICI

COME È POSSIBILE OTTENERE UNA BUONA FLESSIBILITÀ
COMPOSITIVA CON UN SISTEMA COSTRUTTIVO COSÌ RIGIDO
E MASSIVO? È POSSIBILE SODDISFARE TUTTE LE ESIGENZE
DETTATE DAL PIANO DI RECUPERO?



RIFUGIO DI EMERGENZA

PROPOSTA DISTRIBUTIVA DI UN EDIFICIO TIPO PER IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI DI ASSISTENZA



In questa prima fase, l'edificio appena costruito deve assolvere ad una serie di compiti volti all'assistenza della comunità, garantendo una serie di servizi sanitari e residenziali.

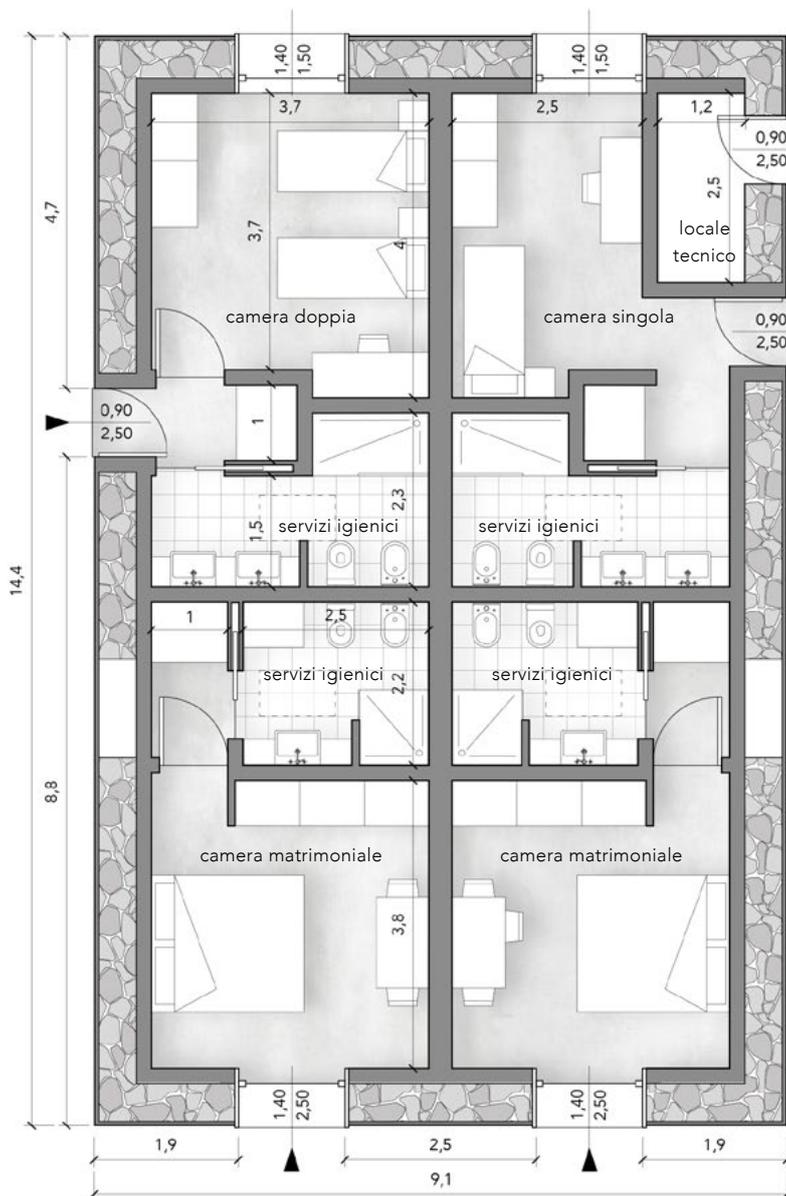
La pianta libera dell'edificio consente di ricavare degli spazi utili per un ambulatorio da campo (16 m²), con annessi spazi di degenza (14 m²), i quali, in base alla necessità possono mutare e allinearsi ai bisogni specifici di quel momento, configurandosi in ambulatori aggiuntivi, sale operatorie o altri spazi dedicati alla comunità.

In testa all'edificio è possibile individuare uno spazio adibito a dormitorio (45 m²) per l'accoglienza degli sfollati, che in base alle necessità può configurarsi in una mensa, o in uno spazio logistico per la gestione delle varie attività.

Scala 1:100

RESIDENZE TEMPORANEE

EVOLUZIONE DELLA PROPOSTA DISTRIBUTIVA DI UN EDIFICIO TIPO
PER IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI DI ACCOGLIENZA



L'evoluzione dell'edificio coincide con la fine della fase acuta della catastrofe e con il conseguente annullamento delle necessità ad essa collegate.

Per questo motivo tutti gli spazi creati devono poter adattarsi ai nuovi bisogni, consentendo in questo modo il proseguimento della vita utile dell'edificio. Nello specifico gli ambienti sanitari e di accoglienza mutano a favore della creazione di spazi più privati. In questo layout sono identificabili quattro ambienti separati per l'accoglienza, rispettivamente due camere matrimoniali (14 m²), una doppia (14 m²) e una singola (12 m²), le quali, come già visto per la fase di emergenza, possono adattarsi alle esigenze ed essere riconfigurate per ospitare nuclei familiari più ampi o altre funzioni mirate al recupero.

Scala 1:100

RESIDENZE PERMANENTI

PROPOSTA DISTRIBUTIVA FINALE DI UN EDIFICIO TIPO PER IL SODDISFACIMENTO DELLE FUNZIONI RESIDENZIALI

La costruzione di un edificio in gabbioni metallici con materiale di riempimento recuperato direttamente fra i residui di una catastrofe non è da considerare come un intervento a breve termine, destinato ad essere decostruito. Al contrario, se correttamente progettato considerando fin da subito tutte le fasi e gli adattamenti che dovrà subire, è un vero e proprio investimento per il futuro, destinato a durare nel tempo. Un edificio di questo tipo è il perfetto candidato per sottoporsi ad operazioni ampliamento, per mezzo dell'ottimizzazione degli spazi già esistenti e del loro collegamento a nuove sezioni da integrare nell'insieme architettonico; questi ampliamenti possono essere eseguiti con la tecnologia più adeguata al caso singolare, preferendo soluzioni a secco prefabbricato per consentire

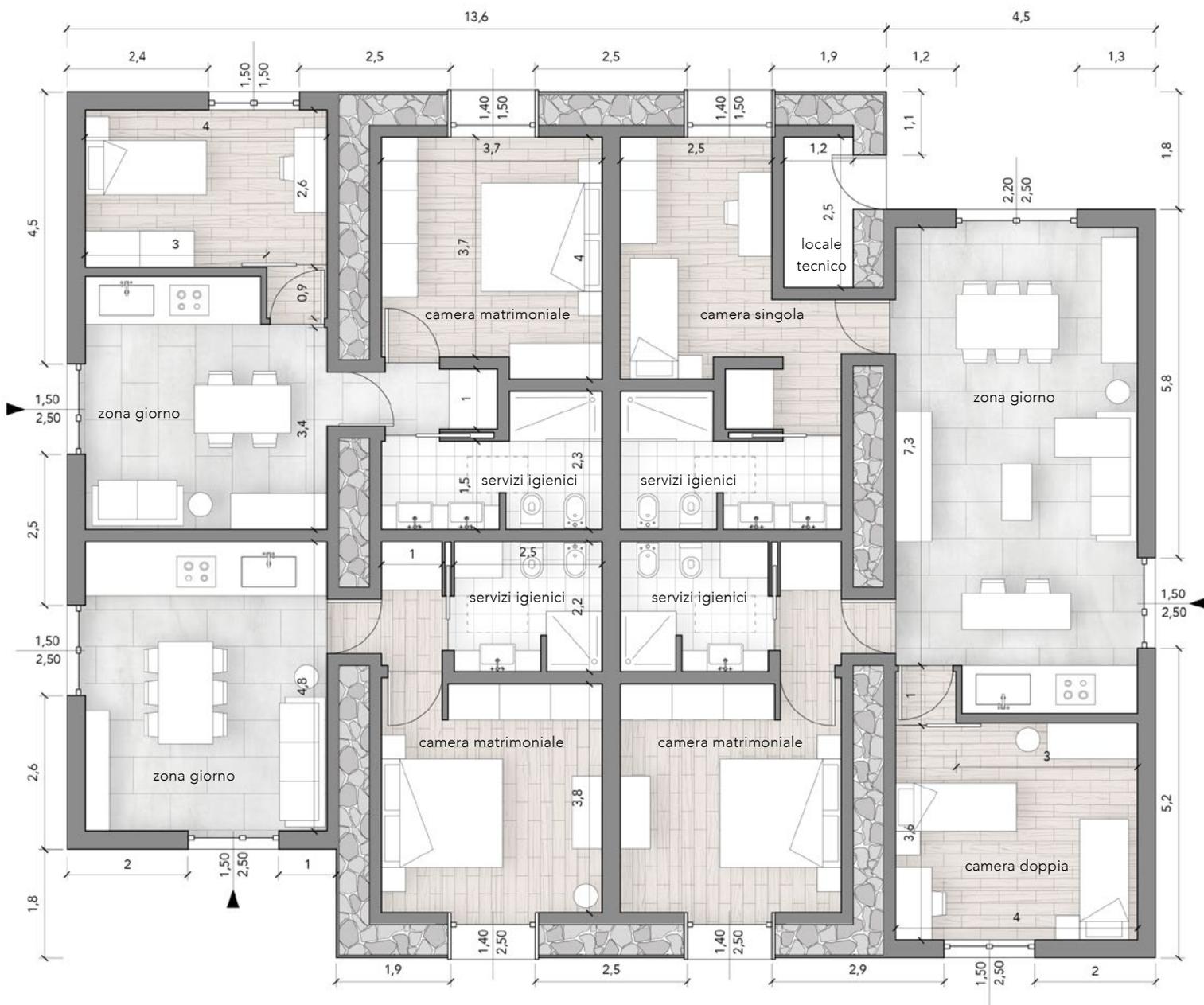
la decostruzione totale dell'edificio al suo fine vita. Nonostante sia possibile proseguire la costruzione con i gabbioni metallici, a questo punto del piano di recupero è auspicabile pensare che i residui che sono stati ottenuti con le operazioni di recupero attuate in precedenza siano stati utilizzati o smaltiti per intero, lasciando lo spazio ad altre tecnologie costruttive. Nel caso presentato nella pagina a fianco è possibile individuare tre unità immobiliari tipo, in grado di essere combinate fra di loro in molteplici modi, per la creazione di distribuzioni quanto più adeguate alla domanda immobiliare che si stabilisce nel periodo successivo alla catastrofe.

Il taglio più piccolo corrisponde ad un bilocale da 42 metri quadrati calpestabili, il quale comprende una camera da

letto matrimoniale (14 m²), un bagno (5,3 m²) e un nuovo volume in aderenza che corrisponde alla zona giorno (19 m²).

Il trilocale, con una superficie calpestabile che corrisponde a 53 metri quadrati, comprende una camera da letto matrimoniale (14 m²), un bagno (6,6 m²) e un nuovo volume che ospita la zona giorno (16 m²) e una camera da letto singola (10 m²).

Un ulteriore taglio disponibile è un quadrilocale da 92 metri quadrati calpestabili, in grado di ospitare le famiglie più numerose. Si compone di una camera singola (12 m²) con bagno annesso (6,6 m²), una camera matrimoniale (14 m²), un bagno (5,3 m²) e un volume di nuova costruzione che ospita la zona giorno (31 m²) e una camera doppia aggiuntiva (13 m²).



BILOCALE

Zona giorno (19 m²)

Camera matrimoniale (14 m²)

Bagno (5,3 m²)

TRILOCALE

Zona giorno (16 m²)

Camera matrimoniale (14 m²)

Camera singola (10 m²)

Bagno (6,6 m²)

QUADRILOCALE

Zona giorno (31 m²)

Camera matrimoniale (14 m²)

Camera doppia (14 m²)

Camera singola (12 m²)

Bagno (6,6 m²)

Bagno (5,3 m²)

IMPIANTI E TECNOLOGIE

Nonostante il contesto di emergenza, è necessario non dimenticare che l'edificazione di un edificio di questo tipo è finalizzata a garantire la sua durata nel tempo, quanto meno durante tutte le fasi del recupero. Per questo motivo durante la costruzione sono da attuare una serie di accorgimenti e di predisposizioni tali da ridurre al minimo gli interventi futuri sulla struttura e sugli elementi già edificati, promuovendo in questo modo le aggiunte e riducendo al minimo la demolizione degli elementi appena costruiti.

La prima fase di vita dell'edificio come rifugio di emergenza è la più delicata in quanto è necessario che le sue funzioni di assistenza siano operative nel più breve tempo possibile. I sistemi di produzione di corrente elettrica e di calore, sia per il riscaldamento che per l'acqua calda sanitaria sono da ritenersi totalmente temporanei, in quanto saranno predisposti dei terminali elettrici come boiler e radiatori. Per

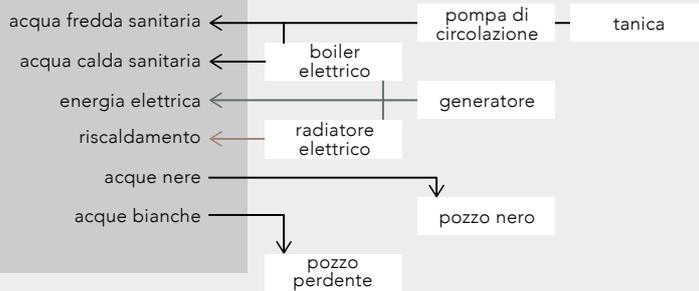
quanto riguarda la distribuzione dell'acqua potabile ogni rifugio sarà dotato di una tanica e di una pompa di circolazione che assolveranno alla mancanza dell'acquedotto per le prime fasi dell'emergenza. L'assenza delle reti principali di scarico e di approvvigionamento determinano la necessità di predisporre dei sistemi di raccolta come un pozzo nero e un pozzo perdente che siano in grado in futuro di innestarsi facilmente rispettivamente al sistema fognario e ad una tanica di raccolta delle acque meteoriche.

Come visto precedentemente, una residenza temporanea ha una vita utile che spazia fino alla fine della fase di recupero, la quale può durare anni. Per questo motivo l'inserimento di impianti fissi può essere un investimento in grado di rendere più efficienti i consumi e creare delle migliori condizioni di comfort. Grazie all'allacciamento alla rete idrica e a quella elettrica è possibile inserire una macchina

termica a ciclo inverso, la quale si interfaccia con le unità idroniche per il riscaldamento e raffreddamento (ATW) e per l'acqua calda sanitaria (HWS). La distribuzione del calore può avvenire attraverso il sistema di pannelli radianti a pavimento o sistemi aeraulici aggiuntivi.

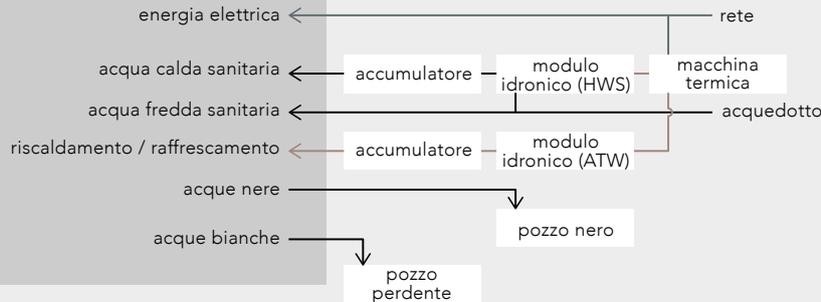
Il passaggio da residenza temporanea a residenza permanente, consente non solo di affinare i particolari costruttivi, come la posa di pavimentazioni di qualità e di un arredamento più consono ad un'abitazione, ma di investire su una serie di tecnologie in grado di migliorare le prestazioni degli impianti già presenti. In questo caso alla macchina termica sono stati affiancati dei collettori solari, in grado di contribuire al preriscaldamento dell'acqua calda sanitaria, mentre all'impianto elettrico sono stati integrati pannelli fotovoltaici, in grado di sfruttare la radiazione solare per la produzione di energia.

RIFUGIO DI EMERGENZA



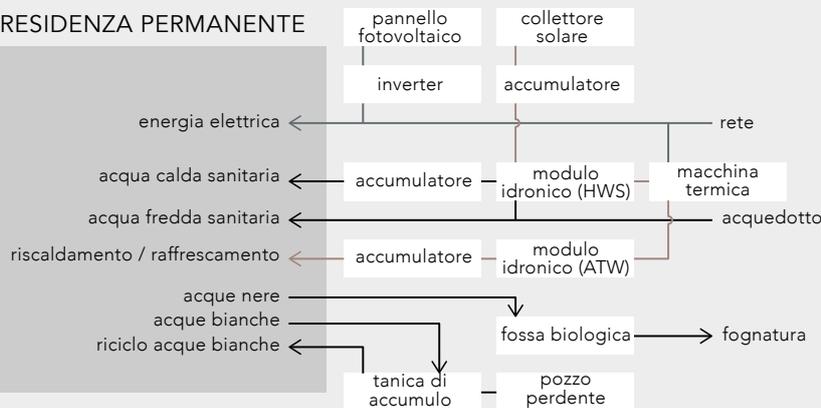
- ACQUE NERE: pozzo nero
- ACQUE BIANCHE: pozzo perdente
- ENERGIA ELETTRICA: produzione autonoma
- PRODUZIONE DI CALORE: soluzioni temporanee
- ACQUA POTABILE: tanica con pompa di circolazione

RESIDENZA TEMPORANEA



- ACQUE NERE: pozzo nero
- ACQUE BIANCHE: pozzo perdente
- ENERGIA ELETTRICA: allacciamento alla rete
- PRODUZIONE DI CALORE: macchina termica a ciclo inverso
- ACQUA POTABILE: allacciamento alla rete idrica

RESIDENZA PERMANENTE



- ACQUE NERE: allacciamento alla rete fognaria
- ACQUE BIANCHE: tanica di accumulo
- ENERGIA ELETTRICA: integrazione fotovoltaico
- PRODUZIONE DI CALORE: integrazione solare termico
- ACQUA POTABILE: allacciamento alla rete idrica

NOTE

I GABBIONI METALLICI

1. Una sollecitazione assiale, per definizione è una forza che agisce lungo l'asse di un elemento. In modo specifico, per un muro è la sollecitazione di compressione che agisce verticalmente, causata dal peso proprio della struttura e dai carichi supportati.

BEST PRACTISES:
GABBIONI, RESIDUI E
RICOSTRUZIONE

1. Murs de Pierres Confinées letteralmente significa Muro in Petra Confinata, dove il termine confinato indica specificatamente l'azione contenitiva e ritentiva delle gabbie metalliche.

2. "Construire en mur de pierres confinées"
archidev.org/IMG/pdf/-3.pdf
(consultato il 12 giugno 2020).

3. Architecture & Développement, in collaborazione con il Laboratorio di Ingegneria Civile e Meccanica dell'Istituto Nazionale di Scienze Applicate di Rennes ha verificato strutturalmente e dal punto di vista sismico la tecnologia MPC: garantendo, secondo l'Eurocodice 8, una resistenza a terremoti di magnitudo superiore a 5,5 e a un'accelerazione massima del suolo di 3m/s² (Zona sismica 4). "Sustainable reconstruction in Jacmel, Haïti. Project: A Roof, A Future"

archidev.org/IMG/pdf/-19.pdf
(consultato il 15 giugno 2020).

4. Julio Samayoa, Simonetta Baraccani, Luca Pieraccini e Stefano Silvestri, "Seismic Behavior of One-Storey Gabion-Box Walls" (2018)
doi.org/10.3389/fbuil.2018.00007
(consultato il 15 giugno 2020).

5. Jonathan Hill (a cura di), *Architecture: the subject is matter*. (Londra, New York: Routledge, 2001). Testo originale: It is cheaper to bring a truck of recycled concrete to site than it is to take away a truck of rubble.

6. Ibidem. Testo originale: Sacrificial columns.

LINEE GUIDA PER UN PIANO
SOSTENIBILE

1. Treccani, Enciclopedia online.
treccani.it/enciclopedia/necessita
(consultato il 7 luglio 2020).

2. Come presentato nel capitolo introduttivo "Il disastro chiamato rifiuti" la *spolia* degli edifici è l'antica pratica di smontare gli elementi di un edificio in disuso e di incorporarli in un nuovo sistema, estendendo il ciclo di vita della loro funzione originaria. Questa usanza risolveva in maniera egregia il problema dei rifiuti di demolizione e garantiva un forte risparmio sulle maestranze e sui materiali difficili da cavare o molto costosi.

3. Stock Orchard Street

(a pagina 85) è uno studio/abitazione in cui il basamento costituito da gabbioni metallici per la prima volta per un edificio ha avuto carattere strutturale, e il suo riempimento non sarebbe stato in pietra naturale, ma bensì costituito da scarti di demolizione del calcestruzzo amato di cui era costituita la preesistenza che insisteva sul lotto di edificazione.

4. Maria Cristina Forlani (a cura di). *L'università per il terremoto: Castelnuovo e l'altopiano di Navelli*. (Firenze: Alinea, 2009).

HOW TO:
COSTRUZIONE DI UN
EDIFICIO IN GABBIONI

1. Considerando che lo spessore medio di una parete in gabbioni metallici si aggira attorno ai 50 cm, la sede della fondazione dovrà essere ampia almeno 80 cm.

2. "Guide to CSW house construction".
archidev.org/IMG/pdf/-18.pdf
(consultato il 13 luglio 2020).

IMMAGINI

PARTE TERZA: PROPOSTE

Jim Kazanjian, *Unititled (Outpost)*, 2008.
Collage digitale.

I GABBIONI METALLICI

Angela Bax, *Gabions*, 2007.
Fotografia digitale, Flickr, .
flic.kr/p/3r5wb8

A31 Architecture, *Hotel Relux los Island, los*, Grecia, 2015.
Fotografia di Yiannis Hadjiaslanis

Kropka Studio, *Casa nel paesaggio*, Polonia, 2014.
Fotografie di Maciej Luko.

Titus Bernhard Architekten, *Konzept Haus 9x9*, Augsburg, Germania, 2003.
Fotografie di Christian Richters.

Herzog & de Meuron, *Dominus Winery*, California, USA, 1998.
dall'alto in basso:

- Fotografia di Yueqi "Jazzy" Li.

- Fotografia di Bryan Boyer, Flickr, 2005. flic.kr/p/81mZH

- Fotografia di Mark Yeo, - Flickr, 2013. flic.kr/p/fqkPqY

- Fotografia di Carly Dean, Flickr, 2017. flic.kr/p/XQoYiq

Studio Haverstock, *Blackrock Quarry Training Centre*, Bristol, Inghilterra, 2015.
Fotografie di Simon Kennedy.

BEST PRACTISES: GABBIONI, RESIDUI E RICOSTRUZIONE

Immagine tratta da: "Confined stone wall (CSW). A sustainable option for a better and safer reconstruction in rural Nepal", pagina 14.
archidev.org/IMG/pdf/-17.pdf (consultato il 20 giugno 2020).

Sarah Wigglesworth Architects, *Stock Orchard Street*, Londra, 2001.
www.swarch.co.uk/work/stock-orchard-street

Immagine tratta da: "Confined stone wall (CSW). A sustainable option for a better and safer reconstruction in rural Nepal", pagina 12.
archidev.org/IMG/pdf/-17.pdf (consultato il 20 giugno 2020).

Immagine tratta da: "Confined stone wall (CSW). A sustainable option for a better and safer reconstruction in rural Nepal", pagina 13.
archidev.org/IMG/pdf/-17.pdf (consultato il 20 giugno 2020).

LINEE GUIDA PER UN PIANO SOSTENIBILE

Horace Murray, U.S. Army, *Washed-out bridge, damaged from flooding*. Pakistan, 2010.
Fotografia digitale.

Pep Bonet, *Haiti earthquake*, 2010.

Fotografia digitale.
pepbonet.com/portfolio/haiti-earthquake

Anna Phosphoricc, *Destroyed building*, 2015.
Fotografia digitale, Flickr.
flic.kr/p/r8XXU3

Stocksnapper, *Demolizione sito macerie, cemento e acciaio*.
Fotografia digitale, 123RF.
www.123rf.com/stock-photo/3436289.html

Aked's Garage, *demolition*, 2005.
Fotografia digitale, Flickr.
flic.kr/p/DLgVN8

In Italia gli scarti derivanti dalla demolizione degli edifici sono superiori al 40% della produzione totale di rifiuti speciali e raggiungono un ammontare di più di 42 milioni di tonnellate all'anno. Questi dati sono il campanello di allarme che, in modo completamente oggettivo e nell'interesse della collettività, rendono necessario un cambiamento a favore del passaggio verso un'economia circolare vista in un'ottica di permanenza della materia attraverso i cicli edilizi, e nella direzione della resilienza, da considerare a partire dall'adattabilità dei singoli elementi edilizi.

Lo sviluppo di un approccio per lo sfruttamento dei residui derivanti da una catastrofe nasce come conseguenza diretta a questa esigenza di cambiamento nel modo di gestire la materia. La proposta che è stata presentata, nasce dal tentativo di risolvere un problema, quello della gestione dei residui nelle situazioni

CONCLUSIONI

SFRUTTAMENTO DEI RESIDUI DERIVANTI DA UNA CATASTROFE COME RIEMPIMENTO DI STRUTTURE IN GABBIONI METALLICI PER LA RICOSTITUZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO.

straordinarie, che nella pratica non è quasi mai stato affrontato con il giusto peso, a discapito della qualità e dell'efficacia delle operazioni di recupero.

Il fondamento per l'ideazione della proposta di intervento è nato dall'unione fra due aspetti cardine, ossia la grande quantità di materia disponibile a seguito di eventi catastrofici e la necessità di implementare ideologie circolari. Da questi propositi è stato sviluppato un approccio low tech, in grado di utilizzare un sistema estraneo all'architettura, quello dei gabbioni metallici, e di reinventarlo per un utilizzo nel campo edile. Allo stesso tempo anche il loro riempimento è stato rivisto: dalla pietra naturale della tradizione, la proposta progettuale si è indirizzata verso materie strutturali di recupero, come le macerie di calcestruzzo, i mattoni pieni o le pietre di recupero.

Questo approccio è individuabile come l'unità tecnologica che ha reso possibile

l'ideazione di una serie di linee guida per la valutazione della fattibilità dell'inserimento dei gabbioni metallici con riempimento di recupero nei piani di ricostruzione e la progettazione di un edificio tipo, adattabile alle esigenze di ogni caso, secondo una strategia di evoluzione architettonica in grado di ottimizzare tempo e lavoro per soddisfare in successione tutti i bisogni delle fasi del piano di recupero, a partire da quella acuta fino alla consegna di nuove residenze permanenti.

Tuttavia l'elaborazione di queste linee guida non è ultimata, e l'impiego di questo tipo di tecnologia necessita di una serie di sviluppi successivi. Per un'elaborazione futura della tecnologia sviluppata, si rende necessaria la costruzione di un edificio prototipo per verificare le soluzioni tecnologiche fin qui proposte direttamente sul campo, e in base ai risultati ottenuti sarà necessario proseguire con aggiustamenti e ulteriori test sperimentali.

In conclusione, questo lavoro è frutto di un lungo processo di ricerca, nato dal desiderio di dare delle risposte concrete alla necessità di trovare metodi sostenibili in alternativa a quelli tradizionali per la ricostruzione del patrimonio edilizio a seguito di una catastrofe.

BIBLIOGRAFIA

- Abdulrahman Bashawri, Stephen Garrity e Krisen Moodley, *An Overview of the Design of Disaster Relief Shelters*, atti di convegno, 4th International Conference on Building Resilience (Salford Quays, UK, 8-10 September 2014). Salford: Elsevier B.V., 2014.
- Alessandra Coppa (a cura di), *Facciate a secco*. Milano: Federico Motta Editore, 2006.
- Anna Pellizzari ed Emilio Genovesi (a cura di). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, 2017.
- Antonello Monsù Scolaro. *Progettare con l'esistente. Riuso di edifici, componenti e materiali per un processo edilizio circolare*. Milano: Angeli, 2017.
- Bruno Barroca e Chantal Pacteau, "Resilienza e progetto urbano: cosa ci insegnano le alluvioni del 2016 in Francia?" *TECHNE: Resilienza architettonica* n°15, (2018): 31-38.
- Commissione europea. *LEVEL(S). Agire riguardo all'impatto totale del settore edile*. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2019.
- Cristina Morozzi. *Oggetti risorti. Quando i rifiuti prendono forma*. Genova Milano: Costa & Nolan, 1998.
- Dilanthi Amaratunga e Richard Haigh (a cura di). *Post-disaster reconstruction of the built environment. Rebuilding for resilience*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.
- Dirk E. Hebel, Marta H. Wisniewska e Felix Heisel. *Building from Waste Recovered Materials in Architecture and Construction*. Basel: Birkhäuser, 2014.
- Ellen MacArthur Foundation, *Towards the Circular Economy, Opportunities for the consumer goods sector*. 2013.
- Environmental Protection Agency, *Planning for Natural Disaster Debris Guidance*. USA: Office of Resource Conservation and Recovery, 2019.
- Filippo Angelucci (a cura di). *Smartness e healthiness per la transizione verso la resilienza orizzonti di ricerca interdisciplinare sulla città e il territorio*. Milano: Angeli, 2018.
- Giancarlo Paganin, Cinzia Talamo e Nazly Atta, "Knowledge management e resilienza dei sistemi urbani e territoriali" *TECHNE: Resilienza architettonica* n°15, (2018): 124-133.
- Giulia Lodetti. "Architettura d'emergenza. La partecipazione della popolazione come risorsa" Tesi di laurea in Costruzione dell'Architettura, Politecnico di Milano, 2017.
- Jonathan Hill (a cura di), *Architecture: the subject is matter*. Londra, New York: Routledge, 20
- Kristen B. Ardani, Charles C. Reith e C. Josh Donlan. "Harnessing Catastrophe to Promote Resource Recovery and Eco-industrial Development." *Journal of Industrial Ecology* Vol.13 n°4, (2009): 579-591.
- Lynne Elizabeth e Cassandra Adams (a cura di). *Alternative Construction Contemporary Natural Building Methods*. New York: Wiley, 2005.
- Maria Claudia Peretti. "Monouso. Da sogno a incubo." *ARK* n°30 (2019): 10-14.
- Maria Cristina Forlani (a cura di). *L'università per il terremoto: Castelnuovo e l'altopiano di Navelli*. Firenze: Alinea, 2009.
- Massimo Cuzzolaro e Luigi Frighi. *Reazioni umane alle catastrofi. Aspetti psicosociali e di igiene mentale. Quaderni della Fondazione Adriano Olivetti* n°25. Roma: Gangemi, 1998.
- Roberto Giordano. *I prodotti per l'edilizia sostenibile. La compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio*. Napoli: Sistemi Editoriali, 2010.
- Roberto Giordano, "Riciclare i materiali da demolizione" in *Cultura tecnologica e progetto sostenibile*, a cura di Maria Cristina Forlani. Firenze: Alinea, 2010.
- Vincenzo Pavan (a cura di), *Spazio Pietra Architettura*. Faenza, Faenza Editrice, 1999.
- Virginia Gangemi (a cura di). *Riciclare in Architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*. Napoli: CLEAN, 2004.

SITOGRAFIA

"Blackrock Quarry Training Centre".

haverstock.com/project/blackrock-quarry-training-centre
(consultato il 5 Ottobre 2019).

"House in the Landscape / Kropka Studio".

archdaily.com/560469/house-in-the-landscape-kropka-studio
(consultato il 5 Ottobre 2019).

"The circular economy in detail".

ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail
(consultato il 21 gennaio 2020).

"Construire en mur de pierres confinées "

archdev.org/IMG/pdf/-3.pdf
(consultato il 12 giugno 2020).

Julio Samayoa, Simonetta Baraccani, Luca Pieraccini e Stefano Silvestri, "Seismic Behavior of One-Storey Gabion-Box Walls" (2018).

doi.org/10.3389/fbuil.2018.00007
(consultato il 15 giugno 2020).

"Sustainable reconstruction in Jacmel, Haiti. Project: A Roof, A Future".

archdev.org/IMG/pdf/-19.pdf
(consultato il 15 giugno 2020).

"Confined stone wall (CSW). A sustainable option for a better and safer reconstruction in rural Nepal"

archdev.org/IMG/pdf/-17.pdf
(consultato il 20 giugno 2020).

"Guide to CSW house construction"

archdev.org/IMG/pdf/-18.pdf
(consultato il 13 luglio 2020).

