



Università degli Studi
Mediterranea
di Reggio Calabria

Scuola di Dottorato

Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria

Dipartimento di Architettura e Territorio (dArTe)

Dottorato di Ricerca in
Architettura curriculum in Tecnologia dell'Architettura

S.S.D. ICAR/12
XXVIII ciclo

**PERCORSI DI INNOVAZIONE.
SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER UNA COPERTURA AD
ASSETTO VARIABILE.**

Dottoranda:
Angela Laganà

Coordinatore:
Prof.ssa Daniela Colafranceschi

Responsabile curriculum:
Prof.ssa Maria Teresa Lucarelli

Tutor:
Prof. Corrado Trombetta

Anno 2016

A mamma e papà,
per la loro costante dedizione nel rendermi felice

Angela Laganà

**PERCORSI DI INNOVAZIONE.
SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER UNA
COPERTURA AD ASSETTO VARIABILE.**

Il Collegio dei docenti del Dottorato di Ricerca in
Architettura curriculum in Tecnologia dell'Architettura
è composto da:

Maria Teresa Lucarelli (coordinatore)
Francesco Bagnato
Alberto De Capua
Giuseppina Foti
Francesca Giglio
Renato Laganà
Massimo Lauria
Martino Milardi
Consuelo Nava
Adriano Paoletta
Francesco Pastura
Corrado Trombetta

In queste pagine, che segnano la fine di un percorso e conducono all'inizio di qualcosa di nuovo e stimolante, colgo l'occasione di ringraziare tutte le persone che mi sono state vicine al raggiungimento di questo traguardo. Un particolare ringraziamento al mio tutor Prof. Corrado Trombetta per i suoi insegnamenti, incoraggiamenti e le idee lungimiranti che mi hanno accompagnato e mi sono state trasferite sin dall'inizio di questo lavoro. Desidero ringraziare il Collegio dei docenti del Dottorato di Ricerca che con attenzione e senso critico ha seguito l'iter della ricerca, permettendomi con le loro osservazioni e critiche costruttive di confrontarmi, tranne punti di riflessione utili al prosieguo del percorso. Grazie infinite ai miei genitori e mio fratello per aver condiviso e su(o)pportato le mie scelte, i nervosismi e i sacrifici che questo percorso ha comportato e, per avermi permesso di studiare fin qui, con la consapevolezza che nella vita non si finisce mai di imparare. Un ringraziamento a tutti coloro che ho incontrato durante questo cammino, arricchendomi con momenti di allegria e preziosi consigli. In ultimo, concludo quest'importante esperienza e brano di vita ringraziando me stessa, grazie al mio orgoglio e alla mia forza di volontà.

[I guerrieri della luce hanno sempre un bagliore nello sguardo. Non sempre sono sicuri di ciò che stanno facendo. Molte volte trascorrono la notte in bianco (...). Per questo sono guerrieri della luce. Perché sbagliano. Perché si interrogano. Perché cercano una ragione: e certamente la troveranno.
(Paulo Coelho)]

Annotazioni:

Le immagini inserite ad inizio dei capitoli rappresentano simbolicamente il contenuto degli stessi.

In copertina:

Dinamica di processo del componente ed parte di esso, disegni dell'autrice.

*“Modificare l’altezza di una torre come un’antenna, allargare l’estensione l’estensione di una copertura come una nuvola o aumentare la lunghezza di un ponte come una molla è un’idea entusiasmante. Costruire una torre, una copertura e un ponte del genere è un’enorme impresa”
(F Escrig)¹*

¹ Escrig F., *Structural Design of Retractable Roof Structures*.

Indice

INTRODUZIONE

Articolazione e iter metodologico.....	10
Plan of Work.....	15
Abstract.....	17

PARTE I

I FASE: FASE ANALITICO - CONOSCITIVA _

CAPITOLO I_Definizione del problema.....	19
1.1_ Il problema energetico e le opportunità di innovazione.....	22
1.2_ Dal concetto di rifugio al concetto di “ <i>moderatore climatico</i> ”.....	28
1.3_ I criteri di sostenibilità e le caratteristiche dominanti in relazione all’attuale scenario esigenziale della copertura.....	33
1.3.1_ Il contesto come adattamento	33
1.3.2_ Una rassegna sulle coperture: caratteristiche e tipologie.....	35
1.4_ Nuove esigenze: il bilancio domanda-offerta tra produzione e nuova utenza.....	40
1.5_ Conclusioni intermedie. La copertura: criticità e requisiti generali.....	43

II FASE: FASE ANALITICO - CRITICA _Iter metodologico

CAPITOLO II_Stato dell’arte.....	45
2.1_ Tra tradizione ed innovazione: dalle esperienze vernacolari alle esperienze di prototipazione e di transitorietà.....	47
2.1.1_ Lo strumento classificatorio.....	47
2.1.2_ Le coperture vernacolari come contributo ai processi di innovazione.....	50
2.1.3_ Gli elementi prefabbricati e le prefab home	55
2.1.4_ Modelli transitori a supporto della definizione del metodo	66
2.1.5_ Repertorio – casi studio.....	69
2.2_ L’integrazione di componenti per un tetto energeticamente efficiente.....	82
2.3_ Conclusioni intermedie: Individuazione delle strategie e dei requisiti comuni.....	86
CAPITOLO III_Trasferimento cognitivo.....	89
3.1_ Il trasferimento cognitivo a supporto dei processi innovativi.....	90
3.1.1_ Il caso-studio One Laptop.....	92
3.1.2_ Il brevetto Bloomframe.....	93

III FASE: FASE DI ELABORAZIONE _ Delimitazione del campo d'indagine e proposta di ricerca

CAPITOLO IV_ Costruzione del quadro dei parametri progettuali.....	95
4.1_ Ipotesi del modello di processo per la definizione del componente.....	96
4.2_ I requisiti e le variabili ulteriori utili alla definizione della copertura.....	101
CAPITOLO V_ Il Trasferimento tecnologico a supporto delle scelte progettuali.....	109
5.1_ Il trasferimento tecnologico per l'edilizia.....	110
5.2_ Una risposta ad alcuni requisiti: l'aerogel.....	112
CAPITOLO VI_ Le componenti tecnologiche e gli assetti per funzioni decontestualizzabili.....	119
6.1_ Il <i>componente-sistema</i>	121
6.2_ Il catalogo per il progettista.....	131

IV FASE: FASE DI VERIFICA PER LA CONTESTUALIZZAZIONE_

CAPITOLO VII_ Gli scenari di applicazione.....	149
7.1_ Nuova costruzione.....	150
7.2_ Edifici esistenti.....	151
CAPITOLO VIII_ Oggetto di verifica.....	155
8.1_ Oggetto di verifica.....	154
8.2_ Applicazione del componente.....	155
8.3_ Conclusioni. Problematiche e prospettive.....	161

BIBLIOGRAFIA E LINK DI RIFERIMENTO.....165

ALLEGATI

- Allegato 1_ PARAMETRI AUSILIARI ALLA DEFINIZIONE MORFOLOGICA DEL COMPONENTE. Il trasporto containerizzato
- Allegato 2_ DOCUMENTI PROGETTO PILOTA PER L'EDILIZIA SOCIALE PROMOSSO DALL'OSSERVATORIO POLITICHE ABITATIVE REGIONE CALABRIA

1. INTRODUZIONE

ARTICOLAZIONE DELLA RICERCA

- **Ambito tematico d'indagine**

La ricerca, in linea con la tematica generale del dottorato produrre il progetto contemporaneo volto al controllo e la progettazione dell'esistente, si colloca all'interno del dibattito attuale sulla realizzazione di edifici che rispondano a *processi costruttivi sostenibili innovati*.

Le grandi città mondiali devono fronteggiare, ogni giorno, il problema del degrado, letto sia da un punto di vista urbano e architettonico, ma anche sociale; circa il 72% delle persone vive, infatti, nelle grandi metropoli, ed il consumo di energia dovuto agli edifici è pari al 45% del fabbisogno totale.

Si assiste oggi, sempre di più, a continue trasformazioni e mutevoli dinamiche della città contemporanea e degli edifici, e il tentativo di risposta, da parte del settore delle costruzioni, ai problemi sinora citati, avviene negli ultimi anni soprattutto tramite elaborazioni, sia a livello accademico che industriale, di metodi di insediamento replicabili e facilmente costruibili per rispondere a una pluralità di esigenze.

Tale scenario offre, quindi, differenti e trasversali riflessioni entro cui muoversi: da innovative modalità costruttive, a scelte progettuali per il miglioramento delle prestazioni energetiche, alla sperimentazione di possibili combinazioni tecnologiche tra edifici ed impianti.

Si intendono indagare, nello specifico, le possibili configurazioni ed applicazioni progettuali di *un elemento funzionale ed integrato* a “catalogo”, applicabile ad un prototipo abitativo o edificio esistente, con carattere di adattabilità, flessibilità e tendenzialmente energeticamente autosufficiente: una **copertura ad assetto variabile**. Attraverso lo studio e l'analisi di procedimenti costruttivi e tecnologie avanzate applicate negli attuali prototipi abitativi con carattere di trasformabilità e adattabilità, si ricercano le caratteristiche ottimali per la definizione di una copertura eletta a “moderatore climatico”, ovvero con funzione di regolatore. Così come afferma Thomas Herzog, è all'involucro che viene affidato il compito di creare un equilibrio tra interno ed esterno, di termoregolatore dell'edificio.

- **Obiettivo generale e specifico e metodologia della ricerca**

Si individuano due obiettivi principali, quello generale e quello specifico:

Obiettivo generale: identificare ed analizzare i processi costruttivi utilizzati e finalizzati alla realizzazione di prototipi abitativi.

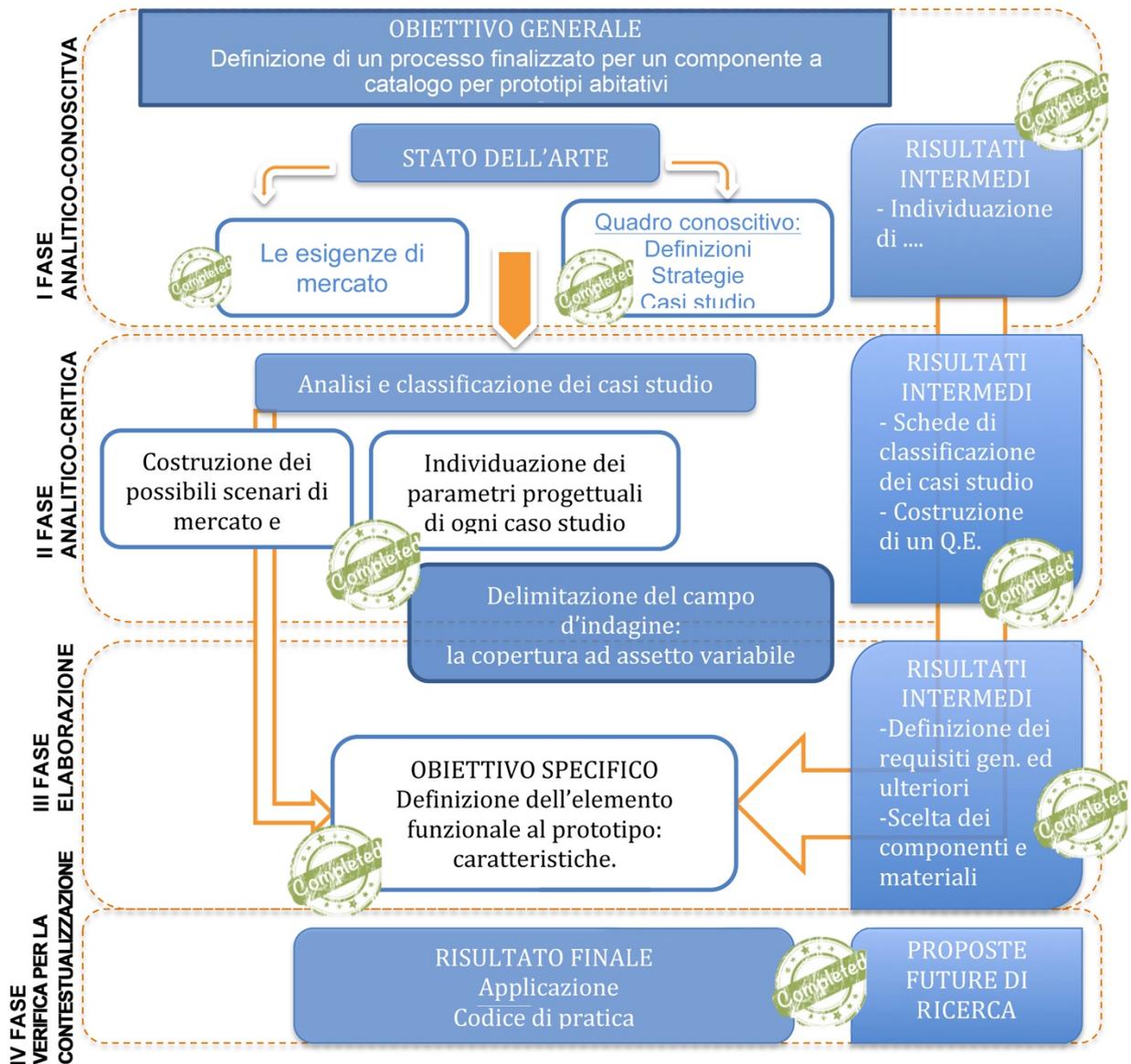
Obiettivo specifico: identificare materiali e tecniche innovative per

l'elaborazione dell'elemento copertura all'insegna dell'efficienza energetica e dei requisiti di trasformabilità richiesti dall'attuale scenario costruttivo.

Si elencano, inoltre, degli obiettivi secondari a cascata:

- Individuazione degli elementi del costruire *off-site* che possono rappresentare delle invarianti rispetto alle diverse applicazioni geografiche.
- Individuazione di soluzioni progettuali che integrano invarianti, ossia elementi *off-site*, e variabili, cioè il contesto.

Di seguito si riporta il percorso della ricerca:



In particolare, il percorso è stato condotto seguendo un iter metodologico in linea con gli obiettivi sopra citati e scandito in cinque fasi:

- **I fase: Analitico - conoscitiva** (Cap. 1)

E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.

- **Fase istruttoria: Costruzione Base Bibliografia**

- **II fase: analitico - critica** (Cap. 2-3)

Inquadrato il problema scientifico, e individuate le problematiche contemporanee, durante questa fase si identificano alcuni casi studio e progetti indagandone soprattutto le relative modalità costruttive dell'oggetto di ricerca, la copertura, spaziando dalle architetture vernacolari emblema di sostenibilità, sino ai recenti prototipi efficienti. I casi studio sono descritti, valutati e scomposti negli aspetti tipologici, tecnologici, ed energetici, indagandone:

- le innovazioni in relazione alla possibilità di variare la configurazione geometrica, spaziale e di prestazione.
- L'aspetto e l'evoluzione tecnologica legata all'uso di materiali e sistemi costruttivi fortemente innovativi, con carattere di integrazione impiantistica.
- Il processo costruttivo ai nuovi scenari abitativi.

Successivamente sono stati confrontati per arrivare all'individuazione delle problematiche e dei principali requisiti comuni, utili per la definizione dei parametri progettuali a supporto della successiva progettazione. A tal fine, si procede inoltre considerando ulteriori esperienze progettuali e cognitive utili per la definizione del metodo e portatori di requisiti "altri" a supporto del quadro esigenziale che viene definito nella successiva fase.

- **III fase: fase di elaborazione** (Cap. 4-5-6)

La terza fase ha riguardato la costruzione del quadro esigenziale² dell'elemento in oggetto.

In risposta a tali requisiti sono stati individuati i possibili strati funzionali, le caratteristiche e materiali del prototipo.

La definizione di tali requisiti sono stati utili a definire la proposta, sotto l'aspetto morfologico, tecnico e di diffusione e utilizzo tramite un catalogo per il progettista.

- **IV fase: fase di verifica per la contestualizzazione** (Cap. 7-8)

In questa fase si sono indagati, i mercati e gli scenari di applicazione, individuando dei verosimili ambiti e richieste in funzione di fattori

² Per la definizione dei requisiti del Q.E. ci si è avvalsi inoltre dei risultati del workshop "Il progetto dell'emergenza- l'emergenza del progetto", svoltosi a Firenze nel 2003.

soprattutto socio-economici. Inoltre, si è proceduto a simulare l'inserimento del *sistema-copertura* all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente nonché la definizione di eventuali problemi aperti derivanti dalle criticità di tale applicazione.

In particolare, si è considerata l'applicazione su una struttura già esistente, riconoscendo in essa uno "scenario applicativo" con maggiori criticità rispetto invece ad una progettazione ex novo. Tale manufatto rientra nel comparto edilizio oggetto di un programma di riqualificazione promosso dall'Osservatorio Politiche Abitative Regione Calabria (P.A.R.C.O)³.

L'articolazione in capitoli nello sviluppo della tesi risponde ai passaggi metodologico-operativi e gli avanzamenti delle conoscenze mediante le quali è stato organizzato il lavoro di ricerca.

I risultati della tesi:

Il prodotto della tesi è l'elaborazione prima di un processo e poi di un prodotto finalizzato alla definizione di un componente che risponde a requisiti non tradizionalmente rappresentativi delle metodologie costruttive comuni delle coperture, ma dettato e più rispondente a paradigmi del costruire volti ora all'autocostruzione, sfruttamento delle risorse disponibili in loco, ora all'idea da pochi anni inseguita di *smart home*, adattabile quindi all'esigenza del progettista, del committente e fruitore finale.

La restituzione in un catalogo dei componenti per il progettista può inoltre favorire una scelta degli strati e dei materiali più appropriati, nonché la possibilità di sfruttare l'idea del *magazzino virtuale* come capacità di stocking e diffusione del prodotto.

Ulteriori problemi aperti:

I contributi offerti da questa tesi di dottorato riguardo le problematiche individuate, rappresentano un parziale punto di arrivo, ma possono essere anche una base per un ulteriore sviluppo del prototipo, ulteriori ricerche, o ancora brevetti; pertanto si individuano:

- Implementazione delle soluzioni tecnologiche adottate
- Analisi e valutazioni dei costi (per il nuovo mercato e per il retrofit di edifici esistenti)
- Calcolo delle prestazioni energetiche di un sistema-tipo relativamente a differenti contestualizzazioni.
- Dinamiche legate alla produzione e al mercato del componente,

³ Il Progetto Pilota denominato P.A.R.C.O. è stato costituito tramite un partenariato scientifico finalizzato tra il Dipartimento 9 – LL.PP. ed Infrastrutture Regione Calabria, il Dipartimento di Ingegneria Civile Università della Calabria, il Dipartimento di Architettura e Territorio (dArTe) Università Mediterranea di RC.
<http://www.ingegneriacivile.unical.it/wp-content/blogs.dir/0/files/Regione-Calabria.pdf>

analizzando l'impatto nel processo di marketing del sistema tecnologico (analisi e comparazione dei costi di produzione con i costi di assemblaggio e manutenzione).

- La manutenzione e gestione del componente.
-

- Brevetazione
- Possibilità di utilizzo della stampa 3d per alcune componenti del sistema modulare.
-

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato rielaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche e disciplinari che devono accompagnare una ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Serneri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica.

Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

Fasi	1 fase				fase istruttoria		2 fase		3 fase		4 fase	
	Analitico-conoscitiva				Costruzione base bibliografica		Analitico-critica		Propositiva - di elaborazione		Verifica per contestualizzazione	
Compiti	Definizione del tema	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Costruzione base bibliografica	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Verifica per contestualizzazione	
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare riscontri circa la validità del tema	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Creazione della conoscenza di base dell'ambito di ricerca	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, tipologiche, prestazionali delle tipologie di involucro	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Stesura e definizione del progetto del componente.	Individuazione verosimili ambiti e richieste.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.	
Azioni e strumenti	Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia e/o campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecnologiche dei sistemi di copertura.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Analisi degli ambiti e del mercato.	Individuazione dell'applicazione più problematica. Individuazione caso studio.	
Risultati	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo casi studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.	Applicazione su un comparto edilizio esistente.	



ABSTRACT

Il progetto di architettura contemporaneo è orientato al tema dell'edificio del futuro pensato come un sistema complesso che combina prestazioni "ulteriori". La progressiva evoluzione tecnologica degli ultimi decenni ha prodotto una molteplicità di cambiamenti nella cultura del progetto e nella struttura dei materiali e dei componenti caratterizzanti l'involucro edilizio. In particolare, si guarda ad esso come un'interfaccia dinamica, sia da un punto di vista fisico che prestazionale, ossia un sistema costituito da prodotti e componenti in grado di rispondere alle necessità dell'utente nonché di gestire e regolare le variazioni dei continui flussi energetici e stimoli ambientali. Il prodotto della tesi è l'elaborazione di un processo e di un prodotto finalizzato alla definizione di un componente che risponde a requisiti non tradizionalmente rappresentativi delle metodologie costruttive delle coperture, ma dettato e più rispondente a paradigmi del costruire volti ora all'autocostruzione, ora a requisiti di smontabilità, adattabilità all'esigenza del progettista, del committente e fruitore finale.

Indagini e ricerche sviluppate sia all'interno della disciplina della tecnologia architettonica ma anche in settori disciplinari scientifici trasversali (s. aerospaziale, automobilistico, ecc.) e trasferimenti cognitivi sono state da supporto alla definizione ed identificazione di caratteristiche, configurazioni e applicazioni progettuali di un elemento funzionale ed integrato a "catalogo".

Nello specifico, caratteri di variabilità di configurazione degli elementi, reversibilità, nonché semplicità di montaggio e manutenzione, sono alla base di una copertura ad assetto variabile eletta anche a "moderatore climatico" dell'edificio, in cui le prestazioni di questo sistema di involucro trovano una risposta nella specializzazione degli strati funzionali e nell'utilizzo di materiali tecnologicamente avanzati e ancora non ampiamente applicati nel settore dell'edilizia.

PAROLE CHIAVE:

flessibilità, reversibilità, catalogo, involucro, trasferimento tecnologico, adattività.

PARTE I

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



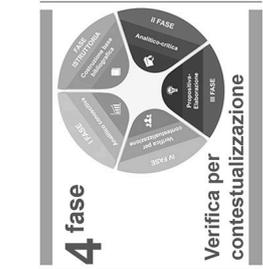
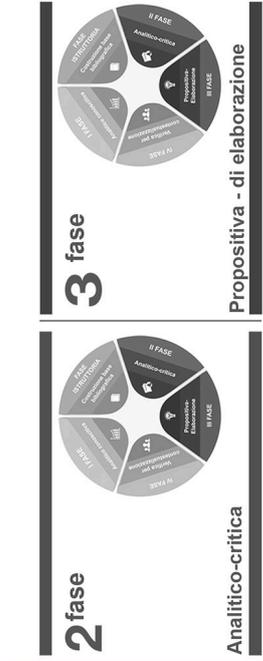
E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.

Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.

Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.

Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.

Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.



Compiti	Fasi				
Fasi	Definizione del tema	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Verifica per contestualizzazione
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Individuazione verosimili ambiti e rischi.
Azioni e strumenti	Indagini bibliografiche preliminari.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Analisi degli ambiti e del mercato.
Risultati	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale, piano lavoro e indice.	Piano programma, indice ricerca.	Archivio bibliografico, Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Confronto delle scelte e richieste.



I FASE: FASE ANALITICO - CONOSCITIVA

CAPITOLO I_ Definizione del problema

- 1.1_ Il problema energetico e le opportunità di innovazione.
- 1.2_ Dal concetto di rifugio al concetto di “*moderatore climatico*”
- 1.3_ I criteri di sostenibilità e le caratteristiche dominanti in relazione all'attuale scenario esigenziale della copertura
- 1.4_ Nuove esigenze: il bilancio domanda-offerta tra produzione e nuova utenza
- 1.5_ Conclusioni intermedie



fig. 1. Fernand Léger, *La Ville*, 1919 - olio su tela / A.E. Gallatin Collection.

“(....) La crisi non è venuta solo a ridimensionare alcune “illimitate certezze”, ma a suggerire cambiamenti. E il cambiamento postula l’invenzione.”

4

1.1_ IL PROBLEMA ENERGETICO E LE OPPORTUNITA' DI INNOVAZIONE

E' noto che una delle più importanti sfide da dover fronteggiare nel nuovo millennio sia il cambiamento climatico.

Dal 1987, anno del famoso Rapporto Brundtland per le Nazioni Unite, *Sostenibilità* è diventato il termine centrale dell'intero dibattito sul futuro del pianeta e delle attività umane, in progressivo mutamento come conseguenza dei problemi ambientali⁵.

Le ragioni, infatti, di un continuo appello alla sostenibilità originano dalle sfide imposte dalle problematiche energetiche ed ambientali dell'attuale panorama mondiale, segnando così il passaggio dalla questione ambientale⁶, sino a quella energetica, oggi di grande attualità.⁷

Negli anni si delinea chiaramente il problema dell'effetto serra, che determina le alterazioni del comportamento climatico attribuibile in massima parte alle emissioni di gas inquinanti in atmosfera. Per ridurre tali effetti nocivi, venne adottato lo strumento attuativo rappresentato dal Protocollo di Kyoto⁸ che racchiude le linee guida per ridurre le emissioni affrontando congiuntamente i temi del surriscaldamento globale e dell'inquinamento. Tale protocollo è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 dettando degli obiettivi quantitativi di riduzione delle emissioni.

⁵ Lo Sviluppo Sostenibile, in tale rapporto, è definito uno *sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*.

⁶ La *questione ambientale* nasce negli anni '60-'70 a seguito della crisi petrolifera che portò anche alle prime rivolte culturali delle associazioni ambientaliste (World Wild Fund, Friends of the Earth, Greenpeace).

⁷ Ripercorrendo brevemente il percorso, l'ONU istituì, nel 1972, a Stoccolma la prima conferenza su "L'Ambiente Umano" circa la salvaguardia dell'ambiente. Nonostante si iniziasse a prendere coscienza che la crescita dell'ecosistema sarebbe stata possibile solo preservandolo e tutelandolo, è solo del 1982 la prima dichiarazione intergovernativa sulla tutela dell'ambiente, la *Carta Mondiale per la Natura*^{6.1}, mentre è del 1987 il Rapporto *Our Common Future*^{6.2} che introduce il concetto di sviluppo sostenibile. Da semplice enunciazione questo principio comincia ad imporsi integrando i concetti di ambiente, società ed economia. Viene riproposto in occasione della Conferenza mondiale dell'ambiente e dello sviluppo^{6.3}, tenutasi a Rio De Janeiro nel 1992, durante la quale le nazioni partecipanti firmarono il *Piano di azione per la realizzazione dello sviluppo sostenibile proiettato nel XXI secolo*, più comunemente conosciuto come Agenda 21. Seguirono la Conferenza di Aalborg nel 1994, e la Conferenza di Lisbona del 1996 in cui gli Stati si impegnarono ad attuare l'Agenda 21 a livello locale.

^{6.1} E' un documento che definisce le strategie e le politiche necessarie per realizzare il benessere ambientale come fine a sé stante. E' divisa in tre sezioni: la prima è relativa ai "Principi generali" che si richiamano al rispetto della natura e ai suoi processi essenziali, come salvaguardare gli habitat e assicurare la sopravvivenza a tutte le forme di vita; la seconda è dedicata alle "Funzioni" ed ha carattere pratico infatti richiama l'attenzione sul fatto che nella pianificazione e attuazione delle attività di sviluppo, la conservazione della natura deve essere considerata parte integrante dell'attività stessa; la terza, invece, è relativa all'"Esecuzione" dei principi e delle funzioni e non essendo giuridicamente vincolante, fa leva sul fatto che i suoi principi dovrebbero avere un riscontro nel diritto e nelle azioni di ogni Stato tanto a livello nazionale quanto internazionale.

^{6.2} Il documento è stato redatto dalla World Commission on Environment and Development, nota a tutti come Commissione Brundtland, dal nome della sua presidente norvegese, Gro Harlem Brundtland. Si tratta di un organo che ha condotto studi scientifici relativi alla situazione ambientale dal 1983 al 1987, finanziato su base volontaria e costituito da diversi rappresentanti di varie nazioni.

^{6.3} Denominata *Earth Summit – Vertice della Terra*.

⁸ Unico strumento attuativo della *Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici*. Il Protocollo, adottato l'11 dicembre 1997 (ad accezione degli Stati Uniti che lo firmarono nel 1999, rendendolo così operativo e vincolante), impegna tutti i Paesi industrializzati a ridurre le proprie emissioni di gas responsabili dell'effetto serra del 5.2% nel periodo 2008-2012.

L'attuale scenario ambientale viene prospettato già in un rapporto del 1972 intitolato “*I limiti dello sviluppo*”⁹, all'epoca considerato catastrofista, ma che anticipa, seppur utilizzando “primitive” simulazioni al computer, la condizione ed il trend negativo che hanno trovato concretezza il 20 agosto 2013¹⁰, ossia il giorno che approssimativamente rappresenta il gap tra la domanda di risorse ecologiche e di servizi rispetto a quanto reso disponibile dal pianeta, i costi sono quindi superiori ai ricavi.

E' recente la decisione dell'International Energy Agency¹¹ (IEA), consapevole delle crescenti problematiche energetiche, di approfondire alcuni scenari relativi allo sviluppo energetico a livello internazionale con obiettivi fissati al 2030 e al 2050.

Oggi, si quantifica la popolazione mondiale in circa 7 miliardi, e nel 2050 in 9 miliardi; tali stime, dunque, riconducono inevitabilmente al problema energetico in quanto predittive delle quantità di acqua, cibo ed energia¹² che saranno necessarie (fig.2).

“...da una parte, l'ambiente costruito costituisce uno dei primi sostegni (infrastrutture, edifici, ecc.) allo sviluppo economico e, dall'altra, lo stesso settore produce impatti significativi sulle risorse, sulla vita e sull'ambiente di lavoro”¹³.

In particolare, sebbene il settore delle costruzioni sia tra i principali settori trainanti dell'economia, contemporaneamente rappresenta anche uno dei maggiori consumatori di energia ed il principale responsabile del degrado ambientale, poiché quasi il 40% del consumo energetico finale deriva da esso. A peggiorare questo trend negativo si considera, inoltre, che circa il 72% delle persone vive nelle grandi città, nelle quali si denota il maggior livello del degrado sociale ed urbano.

Affidata la responsabilità al settore dell'edilizia, e individuate le problematiche ambientali ed energetiche, il concetto di efficienza energetica è ormai considerato un punto di partenza nelle scelte progettuali.

Il concetto di sostenibilità applicato al settore delle costruzioni implica la riduzione dei costi di costruzione, dei materiali, dei rifiuti, del consumo di energia, oltre che bassi costi di esercizio e di manutenzione. Entrando nel merito dell'apporto teorico che la disciplina tecnologica



fig. 2. Stima della popolazione mondiale passata e futura (espressa in milioni). fonte: www.wikipedia.it

⁹ Meadows, Randers J., Behrens III W. W. , *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano 2003.

Rapporto del System Dynamics Group, MIT, per il progetto del Club di Roma, un'associazione di industriali, scienziati e giornalisti, sui dilemmi dell'umanità. Basato su simulazioni al computer, descriveva lo stato del pianeta e delle risorse, dei sistemi naturali e della popolazione, allarmando soprattutto in riferimento alla consapevolezza dell'esaurimento delle risorse da fonte fossile.

¹⁰ “Earth Overshoot Day” è un'idea sviluppata da Global Footprint Network e da un gruppo di esperti del [new economics foundation](http://www.economics.foundation.org.uk) del Regno Unito. E' una stima approssimativa che rappresenta il momento dell'anno in cui iniziamo a vivere oltre le nostre possibilità. http://www.footprintnetwork.org/it/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day/

¹¹ L'IEA è un'organizzazione autonoma che opera per garantire energia accessibile e pulita, per i 29 paesi membri e non. Si occupa principalmente di sviluppo economico, consapevolezza ambientale ed energia.

¹² http://it.wikipedia.org/wiki/Popolazione_mondiale

¹³ All'interno del documento preparato per il Congresso di Gävle in preparazione della CIB-Agenda 21.

può offrire, si delineano una pluralità di riflessioni da considerare per il raggiungimento degli obiettivi fissati a breve e lungo termine da parte dell'UE, entro il 2020 ed entro il 2050¹⁴: muovendosi da azioni definibili alla macro scala sino ad interventi più puntuali.

Il progressivo aumento della popolazione e dei conseguenziali consumi energetici contrapposto all'impovertimento delle masse ed il consumo energetico, suggeriscono di porre l'attenzione su ulteriori obiettivi e considerazioni, quali ad esempio: le scelte progettuali per il miglioramento delle prestazioni energetiche, una progettazione "rinnovata" ed innovata, modalità tecnico-costruttive ottimizzate, la sperimentazione di combinazioni tecnologiche tra edifici ed impianti o ancora metodi insediativi replicabili ed energeticamente efficienti per la rigenerazione delle città esistenti.

Se si considerano, ad esempio, le ricadute che possono scaturire dalla realizzazione di un prototipo abitativo, che comprenda i caratteri di replicabilità, di efficienza e con valori riconoscibili, si possono contestualmente affrontare le difficoltà sinora enunciate su scala globale ma partendo da un contesto più circoscritto. Basti pensare all'impatto che un tale manufatto avrebbe sull'aumento delle densità abitative per combattere il consumo di suolo pubblico, o la possibilità di realizzare un uso misto di edifici, ovvero il *social housing*.

Le richieste da porre, al settore delle costruzioni su scala mondiale, rappresentano anche le risposte ai problemi delle grandi città, con l'elaborazione di metodologie o, ancora meglio, prototipi di edifici performanti all'ottimizzazione dei consumi e con alte capacità energetiche.

Molti sono i gruppi di ricerca che lavorano su un concetto di casa che sia ad energia positiva, ossia produca più energia di quella che consuma. In definitiva, abitazioni che, consumando già in partenza poca energia, sono in grado di cedere alla rete quella che riescono a produrre in più.

L'innovazione ricercata in tali prototipi deve quindi sottostare ad alcuni principi inderogabili: selezionare materiali e sistemi atti a ridurre l'impatto ambientale, ottimizzare la fattibilità costruttiva ed economica; incoraggiare l'uso di sistemi solari attivi e/o altre tecnologie rinnovabili; favorire l'integrazione di sistemi e tecnologie solari che siano anche architettonicamente attraenti focalizzando l'attenzione sulla ricerca di tecnologie e sistemi capaci di sostituire i materiali di costruzione tradizionali, come lucernari, tetto;

Sono, quindi, doverose delle azioni politiche coordinate dallo Stato, dalle Regioni e dalle amministrazioni locali per la produzione e l'incentivazione di modelli costruttivi energeticamente efficienti, estendendo il concetto di sostenibilità ed efficienza¹⁵ anche al territorio circostante.

14 COM(2011) 112 - Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050.

15*Una procedura è considerata efficace se permette di raggiungere un determinato obiettivo indipendentemente dal dispendio di energia o di denaro utilizzato. Essere efficaci significa dunque adottare le corrette strategie indipendentemente dall'uso di mezzi ad esse connesso. Una procedura è

Già da qualche anno industrie, accademie, ricercatori forniscono il loro contributo alla diffusione, conoscenza e realizzazione di abitazioni industrializzate, sostenibili¹⁶ ed efficienti.

E' doveroso operare una distinzione tra sostenibilità ambientale ed efficienza energetica. Spesso, infatti, si è abusato e parlato solo di architettura "sostenibile", intendendo edifici che cercano di limitare gli impatti ambientali. E' possibile, invece, riconoscere diversi approcci di architettura, vale a dire che un edificio può essere energeticamente efficiente oppure sostenibile, o entrambi.

Un manufatto può definirsi sostenibile se consuma meno energia possibile, considerando l'intero ciclo edilizio, dalla progettazione alla realizzazione, dalla manutenzione alla demolizione, secondo criteri biocompatibili e sostenibili.

Un edificio si definisce, invece, energeticamente efficiente quando si ha un basso consumo energetico, e di conseguenza, una elevata efficienza energetica. Trattiamo di un *manufatto in grado di garantire al suo interno una condizione di benessere limitando l'uso di fonti energetiche non rinnovabili*¹⁷, utilizzando il più possibile fonti energetiche rinnovabili, e per questo motivo la scelta di un involucro adatto alle esigenze di progetto è fondamentale; esso non assume più valenza solo strutturale, ma prestazionale oltre che estetica.

*"La definizione formale dell'edificio diviene quindi l'esito di un processo progettuale finalizzato a ottimizzare l'efficienza ambientale attraverso specifiche soluzioni progettuali, in cui la capacità compositiva ed evocativa del progettista svolge un'adeguata e corretta funzione di raccordo, interpretazione e caratterizzazione"*¹⁸.

L'edificio agisce da tramite tra le condizioni climatiche esterne e quelle interne, e l'involucro (orizzontale o verticale) costituisce proprio questo filtro.

"L'architettura costituisce il terzo ambiente"¹⁹, che si inserisce tra l'uomo e l'ambiente naturale e *"l'edificio ha il compito di proteggere l'uomo dalle sollecitazioni ambientali"²⁰* (fig. 3).

In particolare, si individua nella copertura la parte dell'edificio maggiormente esposta alle sollecitazioni esterne, e meno indagata o oggetto di ricerca.

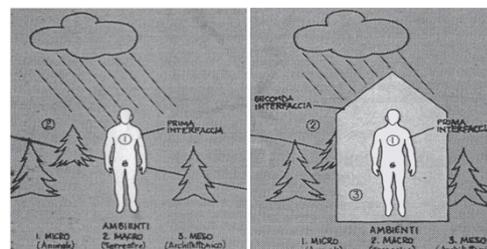


fig. 3. L'architettura come terzo ambiente. Schizzi tratti da: *La progettazione ambientale*, Mancuso G. (a cura di), Franco Muzzio Editore, Padova, 1980.

invece efficiente se permette di raggiungere un obiettivo con il minor dispendio di mezzi" (Manfred Hegger, Correttezza delle strategie: tra rendimento e sostenibilità, in Hegger M., Fuchs M., Stark T., Zeumer M., *Atlante della Sostenibilità*, UTET, Milano, 2008, p. 24).

¹⁶ Un edificio si identifica sostenibile in base ad alcuni elementi, tra i quali: il corretto orientamento dell'edificio, la forma appropriata, il risparmio energetico (efficienza energetica), l'utilizzo di materiali bioecologici, il consumo di risorse idriche, ed anche la partecipazione degli abitanti alla progettazione dell'edificio.

¹⁷ Ingeborg Flaggé, Verena Herzog-Loibl, Anna Meseure (a cura di), Thomas Herzog Architektur + Technologie / Architecture + Technology, Prestel Verlag, Munich/ London/New York, 2001, p. 10.

¹⁸ Paoletta A., *Abitare i luoghi. Insediamenti, tecnologia, paesaggio*, BFS edizioni, Pisa, 2004, pag. 75.

¹⁹ James Marston Fitch, *American Building 2: The Environmental Forces that shape it*, Houghton Mifflin, Boston, 1972 (tr. it. a cura di Girolamo Mancuso, *La progettazione ambientale. Analisi interdisciplinare dei sistemi di controllo dell'ambiente*, Franco Muzzio & C. editore, Padova, 1980), p. 23.

²⁰ Ivi, pag. 24.

“(...) cominciarono in tale assembramento alcuni a far tetti con fronde, altri a scavare (...), diversi ad apprestare con fango e rami degli ambienti che li riparassero imitando i nidi delle rondini. Allora osservando gli altrui ripari e aggiungendo innovazioni alle proprie soluzioni, migliorarono giorno dopo giorno i tipi delle capanne.”²¹

²¹ (Vitruvio, De Architectura, II)

1.2_ DAL CONCETTO DI RIFUGIO AL CONCETTO DI “moderatore climatico”

Nel processo costruttivo dell’edificio, la definizione della copertura, sia essa di nuova progettazione o di riqualificazione, si è sempre proposta come opportunità per la configurazione di nuovi spazi abitativi, variando nelle componenti usate e nelle forme in relazione alle tecnologie disponibili e alle condizioni caratterizzanti l’area di progettazione.

Fattori economici, ambientali, sociali, morfologici e di innovazione influenzano così i sistemi costruttivi.

Il tetto, nella sua definizione di involucro, definisce la separazione tra gli ambienti interni e l’esterno, traccia il carattere distintivo e peculiare della costruzione, il suo profilo, e la relazione con il contesto circostante.

L’evoluzione storica della copertura suggerisce il significato ed il ruolo che essa ha sempre rappresentato per l’uomo: aspetti legati al riparo (da agenti atmosferici, da pericoli, etc.), alla valenza culturale e alla forma esteriore, o ancora alla matericità. Sin dalle origini, infatti, l’attenzione è sempre stata rivolta alla ricerca delle soluzioni migliori e più idonee a rispondere ai reali bisogni e requisiti, espressi non soltanto dalle condizioni ambientali ma anche dal sistema antropico e quindi, dal reale fruitore finale.

La copertura, quale elemento di architettura che si fonda su un rapporto duale dato dal forte impatto visivo e costruttivo, costituisce uno dei fattori più complessi di una fabbrica, incardina dunque un ruolo essenziale quando partecipa a definire il carattere della città o brani di essa.

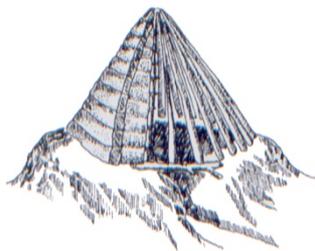


fig. 4. Ricostruzione grafica di capanna, tratta da “Il tetto come elemento di architettura”, Acocella, Torricelli, 2000.

Uno degli archetipi più significativi e comuni dell’architettura, sostenuto anche da Otto Wagner, considera la *copertura di protezione*, come la prima forma architettonica umana. Dunque, assume un compito primario, ovvero il tetto è nato prima del sostegno, e prima ancora delle pareti, quando si definiva caverna, capanna o tenda (fig. 4).

“L’uomo mal coperto, al riparo sotto le foglie, non sa più come difendersi da un’umidità fastidiosa che gli penetra nelle ossa da tutti i pori...L’uomo vuol farsi un alloggio che lo copra senza seppellirlo. Alcuni rami tagliati nel bosco sono materiali adatti al suo disegno. Egli ne sceglie quattro dei più forti, e li rizza perpendicolarmente, disponendoli in quadrato. Sopra ne dispone altri quattro di traverso; e su questi altri inclinati a spiovente, che si riuniscono a punta nel mezzo.

Questa specie di tetto è coperto di foglie abbastanza fitte perché né il sole né la pioggia possano penetrare; ed ecco l'uomo sistemato²²

Storicamente, infatti, la ricerca sull'elaborazione di una concezione tettonica, intesa come “arte del costruire”²³ da parte dell'uomo, inizia indubbiamente considerando la *capanna*²⁴ quale originario archetipo, e spaziando dalle rudimentali costruzioni in pietra, legno, paglia, etc., alla realizzazione di tetti a spioventi (dal lat. *tēgere*, “coprire”) (fig. 5); nel corso della storia, infatti, all'aumentare dell'impianto planimetrico dell'abitazione la copertura ha subito trasformazioni tali da evolversi, da elemento architettonico essenziale a sistema connotato da valenze compositive e prestazionali

In tale luce, durante le civiltà greche, etrusche, e romane, la rudimentale *capanna* è stata sostituita da tetti a spiovente, diffusi ora nei climi temperati ora in quelli continentali, che sfruttavano per lo più la tecnologia a base lignea per la struttura del tetto, valorizzato da manti di tenuta di differenti materiali – lastre di pietra, tegole di argilla cotta, legno, ecc.. Accanto alla copertura a spiovente, si realizzarono coperture a volta e pseudo-volta che produssero notevoli mutamenti nelle configurazioni interne ed esterne degli edifici.

Si configura, così, un modello stabile e più sicuro, che assume la caratteristica forma del tetto a spiovente, basato però sulle regole morfologiche e costruttive della rudimentale *capanna*.²⁵ (fig. 6).

Tuttavia è soprattutto la rivoluzione industriale, con l'introduzione del cemento armato e della tecnica costruttiva in ferro (entrambi con alta resistenza alla flessione), ad introdurre significativi cambiamenti nella tipologia costruttiva della copertura, ora capace di coprire grandi luci, impiegando anche vetri e metalli quali bronzo, rame e piombo per i manti (fig. 7).

Le tecniche di copertura dei tetti nell'Ottocento subirono, infatti, diverse innovazioni: dall'utilizzo di lastre di pietra sagomate ai mattoni cotti; quest'ultima tecnica, grazie alle fasi di lavorazione separate, rappresentava un'ottima premessa per la diffusione della produzione industriale.

Il percorso storico aiuta a comprendere come lo sviluppo di tecniche e modalità costruttive sia legato talvolta alle abilità dell'uomo, altre ad esigenze antropiche, economiche o di benessere, e altre volte ancora deve relazionarsi con dettami imposti dai regolamenti edilizi. E' il caso

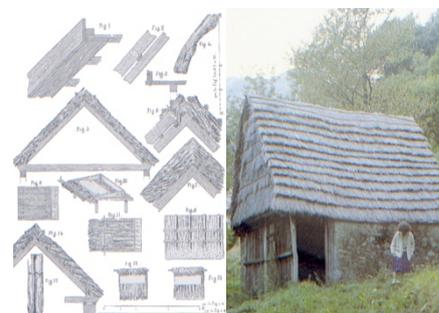


fig. 5. Manto di copertura con fibre vegetali; img. Tratta da op. cit. fig.4.



fig. 6. A sinistra, rappresentazione di manti di copertura degli isolati di età romana. A destra, manto di copertura con scandole lignee. (img. tratte da op. cit. fig. 4).

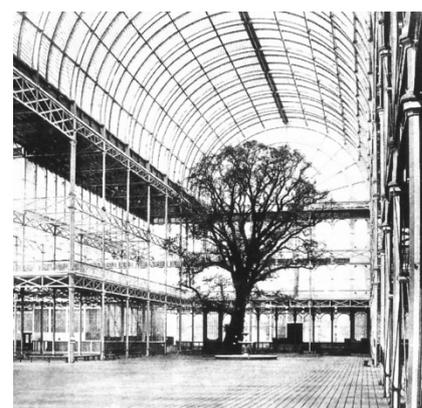


fig. 7. Crystal Palace, Paxton, Londra, 1851.

²² Scriveva così l'abate Laugier nel suo *Essai sur l'architecture* del 1753, cercando di individuare, seguendo Vitruvio, il modello primo dell'architettura come arte imitativa della natura, decretando in questo modo la nascita del tetto.

²³ Dal greco *tektonikè* (*tékne*), “arte del costruire”, ossia i sistemi tecnici della struttura architettonica. I teorici della capanna primitiva individuano col termine tettonica l'idea fondante di uno spazio protettivo della creazione di un invaso.

²⁴ Vitruvio, nel *De Architectura*, sostiene, a seguito dello studio di impianti di capanne superstiti dell'età romana, che la configurazione tettonica della capanna deriverebbe dall'osservazione da parte dell'uomo di due modelli tratti dalla natura – la caverna, chiusa, e l'albero, semi-protettivo con la chioma ombreggiante.

²⁵ Cfr Acocella A., Torricelli M.C., (2000), *Il tetto come elemento di architettura*, Edizioni Brianza Plastica, Carate Brianza, pag. 6 e segg.



fig. 8. Villa Steiner, A. Loos.

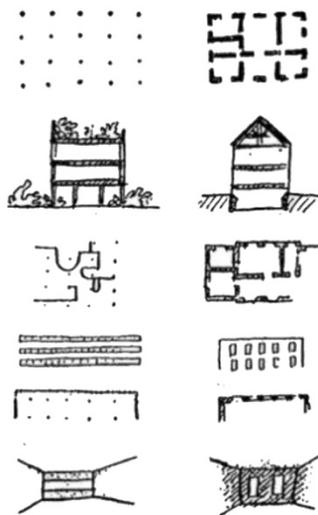


fig. 9, 10. Sopra, schizzi di Le Corbusier, *Cinq points d'une Architecture Nouvelle*. Sotto, Ville Savoye.

della *casa Steiner* di A. Loos, in cui la forma del tetto, che è una porzione di botte sul fronte stradale, imprime carattere alla struttura e premette di sfruttare gli spazi interni, rispettando al contempo un regolamento edilizio di Vienna che vietava di alzare oltre un piano e mezzo sul fronte stradale gli edifici (fig. 8).

La riscoperta, negli stessi anni, della tecnica babilonese per calafatare gli scafi delle navi di legno con asfalto e pece, fu proposta sulle coperture con l'utilizzo di cartoni bitumati²⁶; la diffusione di tale tecnica, incentivò la realizzazione di tetti piani nell'architettura moderna, che vide in prima linea tra i principali sostenitori Mies van der Rohe e Le Corbusier. Non a caso, tra i *Cinque punti per una nuova architettura* (figura 3), da lui enunciati, ne figura uno dedicato alla copertura: "Avec l'installation du chauffage central, le toit ne doit plus être en bosse mais en creux. Il doit rejeter les eaux à l'intérieur de la maison et favoriser une humidité constante sur le toit qui permettra la création d'un toit-jardin opulent." (figg. 9, 10).

Le Corbusier, riferendosi al tetto come la principale *stanza di ricevimento*, posta in cima e su cui *si mette direttamente piede sul tetto giardino*²⁷, anticipa una tipologia costruttiva divenuta nel tempo sempre più comune. Il tetto assolveva a funzioni di svago e, a sua volta, la piantumazione aveva funzione coibente per il tetto piano di cemento.

Alla prevalenza e preferenza del tetto piano e ai codici linguistici dell'architettura lecorbuseriana, intorno alla metà del Novecento, si contrappose una linea progettuale che sosteneva l'influenza della natura sull'architettura, un ritorno all'*architettura vernacolare*, legata all'ambiente, che richiedeva nuovamente il tetto inclinato.

Se fino alla metà del novecento si contrappongono movimenti di pensiero ben delineati, rivolti ora all'aspetto formale, ora a quello funzionale, lo stesso non avviene nel panorama dell'architettura contemporanea che si mostra, invece, molto più eterogeneo e pluralista.

Si è sempre assistito nella storia, e ancor più oggi, al valore simbolico affidato all'architettura e i suoi elementi per comunicare messaggi di rappresentatività, dove la comunicazione è delegata a stimoli visivi ed in cui l'abito dell'architettura è letto attraverso il suo tessuto epidermico.²⁸

La relazione tra le soluzioni tecnologiche e quelle compositive, influenza la progettazione della copertura, tale da divenire un elemento autonomo, dotato di una propria identità formale di chiusura superiore rispetto alle altre parti dell'edificio.

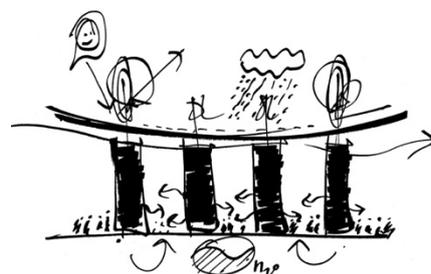
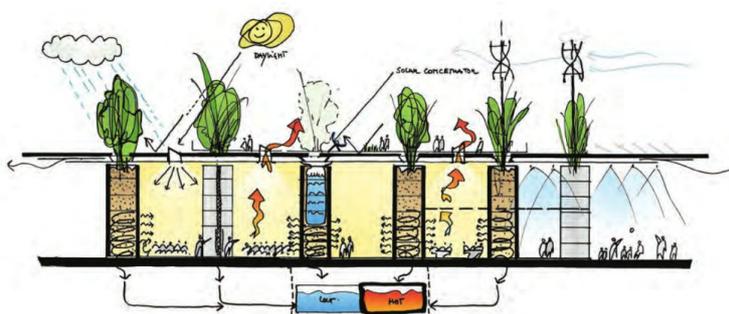
²⁶ L'impiego del cartone catramato sui tetti si riscontra già nel 1830: essi erano formati da più strati di carta da imballaggio, incollati con pece e catrame e cosparsi infine con sabbia e ghiaia. Questa tecnica permetteva moderate inclinazioni grazie alla facilità di connessione e al peso più ridotto.

²⁷ Cfr Le Corbusier, *Oeuvre complète 1910-1929*, p.130.

²⁸ Dolfiores G., (1988), *La pelle e lo scheletro*, "L'Arca", n° 19 sett. 1988.

In tale luce, la copertura è generalmente definita la *quinta facciata*, attribuendogli così una forte caratterizzazione e valenza formale e funzionale in qualità di elemento condizionante il progetto.

Un diverso modo di abitare ed utilizzare gli spazi ha, nel tempo, reso più complesso il sistema-copertura e le funzioni ad essa attribuite. Se in passato, al tetto era demandata solo la funzione di riparo delle persone e degli ambienti sotto di esso, adibiti prevalentemente a deposito, la conversione de suddetti spazi in abitazione ha richiesto un'innovazione nei componenti degli strati funzionali tali da garantire ulteriori prestazioni della copertura – dall'isolamento termico, alla tenuta all'acqua, all'ingresso della luce naturale, ecc. – favorendo così l'impiego di soluzioni tecnologiche e progettuali sempre più avanzate. Nella letteratura architettonica contemporanea si definisce il sistema copertura come “*moderatore climatico*”²⁹, in grado di ottimizzare tutti i parametri climatici, affidando ad essa il controllo climatico e soprattutto il rapporto con il contesto ambientale circostante, ossia considerata quale elemento dell'edificio maggiormente esposto alle sollecitazioni esterne. Si riconosce la copertura come involucro avente funzione di regolatore e di *diaframma* tra una condizione ambientale esterna ed una interna (fig. 11).



Dal punto di vista fisico, l'involucro demarca il sistema termodinamico “edificio”, ad esso è demandata la funzione di creare il giusto equilibrio tra interno ed esterno, garantendone il comfort, in termini di flusso d'aria, temperatura, radiazione, umidità. Si guarda ad un involucro che, con la progressiva innovazione scaturita dall'esigenza di realizzare degli organismi edilizi energeticamente efficienti o definirne il loro retrofit energetico, possieda caratteristiche osmotiche, ossia possa essere graduabile, adattabile e capace di variare in base alle esigenze e/o sollecitazioni.

fig. 11. Schizzi del progetto Green School for Gaza, Mario Cucinella, 2010-in corso.

²⁹ Gallo P., *Intervista a Mario Cucinella. Le coperture: una questione di Energia*, in CIL n°116, marzo-aprile, 2007. Definizione utilizzata dall'architetto Mario Cucinella per definire la copertura e l'importanza ad essa conferita in tutti i suoi progetti.

“L’ambiente sostenibile (vivibile), è il luogo delle tecnologie sostenibili (appropriate). Progettare l’ambiente significa dunque progettare la tecnologia che lo trasformerà. (...)”³⁰

³⁰ Bottero M., *I limiti della città alla città sostenibile. Percorsi cognitivi*, in Atti del TIA, Florence International Conference for Teachers of Architecture, Firenze 1995.

1.3_ I CRITERI DI SOSTENIBILITA' E LE CARATTERISTICHE DOMINANTI IN RELAZIONE ALL'ATTUALE SCENARIO ESIGENZIALE DELLA COPERTURA

1.3.1_ IL CONTESTO COME ADATTAMENTO

Il clima come *“totalità delle condizioni atmosferiche in una località”*³¹ influenza l'uomo e ne determina le sue attività, da un punto di vista climatico, infatti, la storia umana si definisce come la storia dell'urbanizzazione.³²

Il clima incide sulla geometria del manufatto al punto da dettare alcuni accorgimenti utili ad assicurare un comfort interno adeguato. Basti pensare alle ridotte superficie finestrate nei climi caldi, o ad una differente pendenza delle falde dei tetti in base al tasso di piovosità o carico neve; inclinazione che, ad esempio, si annulla nelle zone molto calde della costa nord-africana, per poi ritrovarla nelle zone pluviali tropicali per difendersi dalle piogge torrenziali (fig. 12).

E' fondamentale, infatti, considerare che le dinamiche sistemiche che si instaurano tra edificio e ambiente determinano i livelli di qualità globale dei luoghi.

Secondo tali considerazioni, sono da preferirsi strategie progettuali connesse al luogo, al contesto, alle comunità per le quali sono studiate poiché offrono azioni di rilettura storica, culturale, tecnologica e di rielaborazione dei segni di riconoscibilità.

I processi di trasformazione dell'ambiente naturale e costruito e l'espansione delle città dimostrano quanto i principi posti alla base dello Sviluppo sostenibile siano molto correlati alle relazioni tra il progetto e il contesto ambientale di riferimento.

I parametri intimamente connessi ad un approccio progettuale basato sulla complessa interazione tra ambiente, edificio, uomo sono da ricercarsi soprattutto nel concetto di architettura bioclimatica che considera il clima come una delle principali variabili nel processo progettuale.

In merito al rapporto tra edificio, contesto e clima si fa riferimento alle tesi di V. Olgyay sul tema della progettazione bioclimatica, che promuovono un'architettura che sfrutta come risorsa il clima e le caratteristiche morfologiche ed intrinseche del luogo, impiegando principalmente i materiali locali, e per il proprio funzionamento utilizza

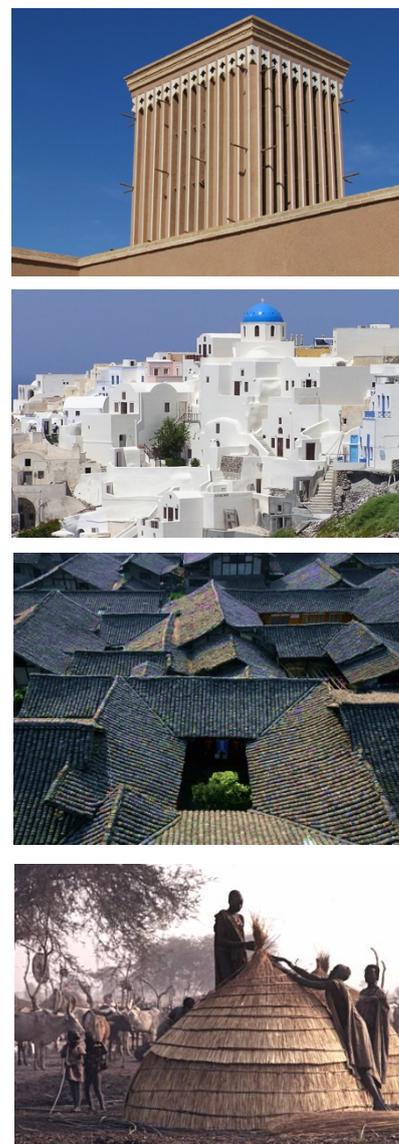


fig. 12. Coperture tradizionali di zone climatiche differenti.

³¹ Lamb H. H., *Climate: present, past and future*, Methuen, Londra, 1972.

³² Cfr. Santamouris M., *Energia e climatizzazione nel Mediterraneo problemi e priorità*, in *Costruire sostenibile il Mediterraneo*, Alinea Editrice, Firenze, 2001, pag. 18.

fonti energetiche rinnovabili facilmente reperibili, quali la radiazione solare, la vegetazione, i venti, l'acqua, etc. (figg. 13, 14).

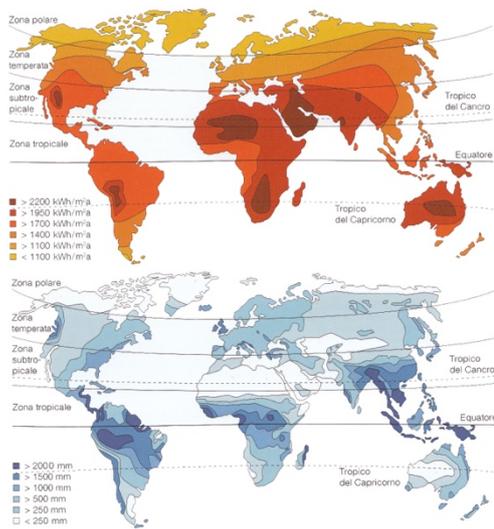


fig. 14. Sopra, distribuzione dell'irradiazione solare annua. Sotto, distribuzione delle precipitazioni annuali.

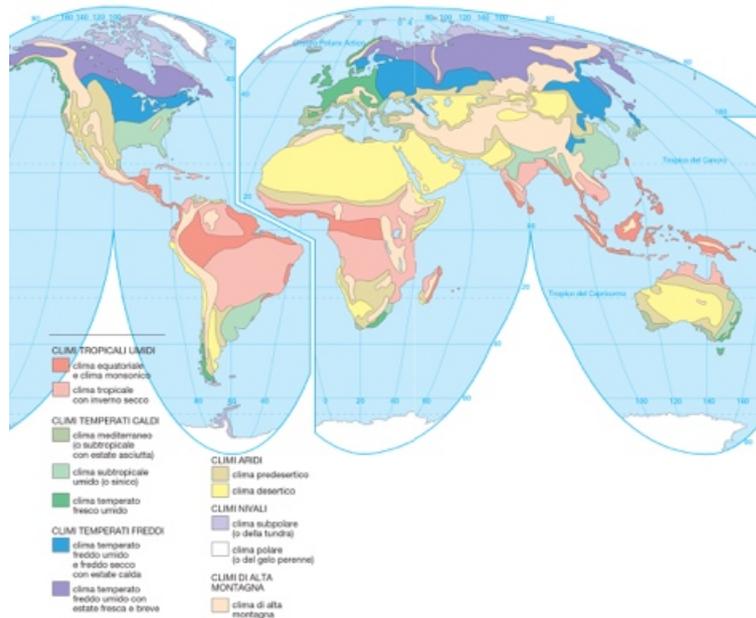


fig. 13. I climi della terra. fonte: I climi della terra, Pearson Italia S.p.A.

Il modello abitativo della progettazione bioclimatica si basa su obiettivi che soddisfano i requisiti di comfort termico con il controllo passivo del microclima, cioè massimizzando l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente. Si tratta, però, di un processo dinamico perché il clima si altera anche con una minima distanza. Bisogna, quindi, tenere conto delle variabili climatiche che influenzano direttamente il comfort termico e le scelte progettuali, sia in riferimento alla sostenibilità ambientale che all'efficienza energetica, senza tralasciare che l'efficienza energetica è un criterio da controllare all'interno del concetto di sostenibilità ambientale, ma non, necessariamente viceversa.

Il consumo di energia, inoltre, dipende anche dalle condizioni di comfort che gli occupanti vogliono raggiungere, se l'edificio non è stato progettato in relazione al clima, esso richiede maggiore energia per realizzare le adeguate condizioni di comfort termico desiderato.

La maggior parte del fabbisogno energetico di un edificio è coperto dagli apporti solari, per cui negli edifici a consumi energetici controllati, l'orientamento, le condizioni climatiche, così come le tecniche e gli involucri utilizzati sono di fondamentale importanza. Considerando solo il fattore dell'orientamento si può accettare l'idea consolidata che in inverno ci sia la necessità di riscaldare gli edifici catturando la radiazione solare disponibile, ed in estate, al contrario, sia necessario ridurre al minimo il guadagno solare per non intaccare il comfort interno a causa dell'eccesso di calore. Ma, al fine di regolare le condizioni ambientali esterne a vantaggio di condizioni interne più

confortevoli, è il “sistema” involucro che nel tempo, si è adattato e ha modellato le proprie caratteristiche tecnico-costruttive in relazione alle condizioni climatiche. Così, ad esempio, nei climi temperati si sfrutta una muratura pesante per trarre vantaggio dall’inerzia termica³³ della struttura; i climi molto caldi richiedono, invece, la necessità che l’involucro impedisca l’ingresso della radiazione solare e sfrutti l’escursione termica giorno-notte, tale da garantire all’interno una temperatura intermedia. La stessa condizione non è possibile trovarla nei climi mediterranei dove la presenza di un isolamento erraneo può vanificare lo scambio energetico interno-esterno. Per fare qualche esempio in merito alla modellazione dell’involucro sopracitata, si consideri il diverso funzionamento di un involucro in legno e di uno in pietra: nel primo caso si ottiene soprattutto una riduzione delle dispersioni termiche verso l’esterno grazie al potere isolante intrinseco del materiale; la pietra, invece, consente, di isolare ma al contempo, tramite l’azione di accumulo e rilascio del calore dovuta alla caratteristica inerzia termica, di mantenere durante la notte una temperatura interna superiore a quella esterna.

Gli aspetti tecnici relativi al controllo climatico e l’efficiente funzionalità della costruzione, non devono però offuscare il ruolo dell’architettura come espressione culturale.

In tale visione, quindi, l’approccio progettuale deve considerare il contesto entro cui opera come un sistema complesso di risorse materiali, immateriali, energetiche, aggregate, antropiche, etc. che possono essere sfruttate con intelligenza senza alterarne la qualità, e non soltanto quindi pensare al contesto come il luogo in cui si possono reperire le risorse utili alla realizzazione del progetto.

1.3.2_ UNA RASSEGNA SULLE COPERTURE: CARATTERISTICHE, REQUISITI E TIPOLOGIE

Alla luce di quanto detto si comprende come la copertura di un edificio costituisca ormai un elemento architettonico fondamentale con valori e caratteristiche riconoscibili, oltre alle funzioni di completamento e protezione degli ambienti interni, connotandosi inoltre di significati simbolici.

L’elevazione, quindi, dello status del “tetto”, da elemento architettonico primitivo ed essenziale, ad un sistema che si relaziona con aspetti legati alla tradizione, alla natura umana, all’evoluzione tipologica, ma anche a valenze prestazionali, porta alla delineazione di

³³ Si intende la capacità di un materiale di variare più o meno lentamente la propria temperatura in risposta a variazioni di temperatura esterna. Può avvenire uno sfasamento, cioè la capacità dell’involucro di ritardare gli effetti termici esterni, o uno smorzamento, ossia la capacità dell’involucro di attenuare all’interno i picchi positivi o negativi della temperatura esterna.

un sistema-copertura molto complesso, ricco di contenuti tecnologico-funzionali e di una propria identità.

Si richiamano, in merito, le parole di Archimede Sacchi, manualista di fine Ottocento:

“Nello studiare le piante di un progetto bisogna prendere in considerazione dapprima quali siano i muri necessari per sorreggere il tetto, e insieme, la forma e la costruzione del tetto dalle quali dipende la disposizione di questi muri maestri. Quanto più regolari sono nella pianta i corpi di fabbrica quanto più estesi nella loro lunghezza, tanto più semplice e poco costosa riesce la copertura generale dell’edificio.”

La caratterizzazione delle coperture distingue due grandi famiglie: le coperture piane o orizzontali e le coperture a falde.

Una veloce disamina sulle tipologie progettuali della copertura evidenzia che, la scelta tipologica che varia dal tetto a falde inclinate, al tetto piano, alla cupola, è influenzata da esigenze climatiche, dalle tradizioni locali e dalla disponibilità dei materiali (fig. 15).

fig. 15. La copertura in funzione della bioclimatica. Da sinistra, clima temperato, clima caldo secco, clima caldo umido, clima freddo. (fonte: Criteri di progettazione sostenibile, G. Sciuto, Università di Catania.)



Il tetto nella sua forma più classica e tradizionale è costituito da una o più falde, poste in opera con una maggiore o minore inclinazione, in modo da favorire il deflusso delle acque meteoriche. Ancora, tetti curvi o a cupola massimizzano il comfort ambientale, essendo infatti la superficie curva maggiore rispetto a quella piana, viene trasmessa all’esterno una maggiore quantità di calore accumulato. Ma la preferenza di una o dell’altra tipologia sottintende, in realtà, a modelli comportamentali e d’uso della stessa.

Il progetto della copertura diviene, oggi, parte integrante della definizione dei fronti dei comparti urbani, al punto tale da definire e generare nuove complessità dell’edificio.

Come evidenzia la norma UNI 8089³⁴, la copertura³⁵ definita come *“unità tecnologica avente la funzione di contribuire a realizzare una data situazione ambientale e d’uso a se sottostante a fronte di una data situazione ambientale e di uso esterno”*, presenta una complessità tecnologica rilevabile dalla norma stessa. Accanto, infatti, alle tre funzioni principali cui assolve la copertura, ossia di termoisolante, tenuta e portante, sono individuate altre venti caratteristiche, o strati, ad essa correlati, riferibili a funzioni di controllo e filtro, alla morfologia, alle componenti impiantistiche, ecc.; a titolo esemplificativo si citano

³⁴ Norma Uni 8089:2012 – Edilizia - Coperture e relativi elementi funzionali – Terminologia funzionale. Lo scopo è quello di fornire la definizione, in termini funzionali, delle coperture e dei relativi elementi funzionali.

³⁵ Nella classificazione del *Sistema Tecnologico*, le coperture rientrano nella *classe di unità tecnologica* “chiusure” e alla sottoclasse unità tecnologica “chiusura esterna orizzontale superiore” (UNI 8290)

gli elementi di supporto, gli strati di ventilazione, elementi apribili o traslucidi, etc.

La definizione funzionale e formale di una copertura è data da differenti fattori e requisiti, quali:

- la protezione dell'edificio dagli agenti atmosferici
- la protezione dell'edificio dalle basse a alte temperature (termoigrometrico)
- la protezione dell'edificio dagli elementi artificiali che possono risultare sgradevoli come suoni e rumori (acustico)
- consentire un'adeguata permeabilità alle radiazioni
- consentire un'adeguata traspirabilità, servendo da elemento igroregolatore degli ambienti sottostanti
- la definizione degli aspetti formali e la configurazione geometrica
-

Si individua nel tetto l'elemento architettonico che offre maggiori sfide e opportunità, essendo la parte dell'edificio più sollecitata e deputata sia alla protezione e chiusura del manufatto edilizio ma anche, ad esempio, alla raccolta, nella sua duplice valenza positiva o negativa del termine (es. irraggiamento, acque piovane, ecc.), più soggetta ai processi di invecchiamento, ecc.

Considerando le principali caratteristiche che la connotano, senza dubbio uno dei principali aspetti è la superficie di esposizione, quale area privilegiata per lo sfruttamento dell'irraggiamento solare (fig. 16) ma anche, del problema di re-irraggiamento che influenza l'aumento delle temperature circostanti, concausa della cosiddetta *isola di calore*. In virtù di tali problematiche e come risposta ad esse si tende, perciò, a favorire soluzioni e/o materiali con alte caratteristiche di riflettanza.

Tuttavia, il sopracitato elenco può risultare non esaustivo se rapportato al fatto che ogni manufatto, condizione ed utente può generare e ricercare nuovi requisiti.

La riflessione su tale "sistema", in considerazione di nuove richieste e funzionalità, conduce a diverse revisioni delle pratiche progettuali a favore di nuovi paradigmi tecnologici, nonché la ricerca di materiali innovativi.

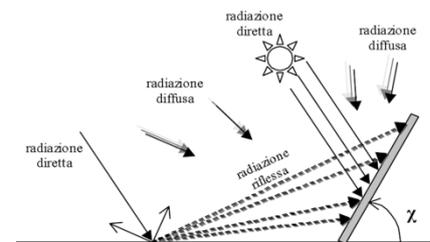


fig. 16. Radiazione globale su di un piano.

“E’ la regola stessa, peraltro che modifica la domanda ambientale di ciascun edificio: la struttura fissa rispetto al perimetro dell’uso si modella per la pressione del fruitore”³⁶.

³⁶ Giuffrè R., *Disegno per una tecnologia dell’ambiente*, Officina Edizioni, Roma, 1984.

1.4_ NUOVE ESIGENZE: IL BILANCIO DOMANDA-OFFERTA

La trasformazione di modelli abitativi avviene, negli ultimi anni, in ragione soprattutto di alcuni fenomeni sociali che si stanno affermando: dall'immigrazione dei Paesi in via di sviluppo, all'aumento della fetta di popolazione "migrante" per necessità lavorative, abitative, ecc., sino a considerare la presenza sempre maggiore di fasce sociali deboli e povere che occupano principalmente alloggi che necessitano interventi di riqualificazione. Queste dinamiche sociali e l'affermarsi di esigenze abitative sempre più eterogenee hanno influenzato sempre di più la diffusione di costruzioni di natura ibrida, portando all'adozione di tipologie architettoniche in cui le esigenze tecnologiche si coniugano a richieste e soluzioni inerenti il comfort indoor e l'aspetto celebrativo estetico.

L'avanzamento nella ricerca e nella sperimentazione tecnologica rivolta al raggiungimento di specifiche qualità e caratteristiche di un involucro edilizio, scaturisce sempre, infatti, da rinnovate necessità frutto dei progressivi cambiamenti dell'esigenza abitativa e delle mutevoli ed inaspettate interazioni dell'uomo con le attività e le funzioni che intende svolgere.

In questo senso, la copertura, nella sua accezione di involucro, si caratterizza attraverso un grado tecnologico di elevata complessità, che si traduce in involucri diventati permeabili, adattivi e selettivi, ed in cui all'accezione di "*involucro come pelle dell'edificio si affianca il concetto di membrana*³⁷".

Indipendentemente dal trend congiunturale negativo del settore dell'edilizia, si inizia a delineare, rispetto agli anni precedenti, l'affermazione sul mercato di prodotti e componenti dell'involucro caratterizzati dall'adozione di nuove tecniche costruttive e da soluzioni integrate alternative, determinanti e funzionali al risparmio energetico.

Il comparto delle coperture ha attraversato negli ultimi decenni importanti evoluzioni che hanno avuto ricadute, sia pure in misura diversa, sia sui prodotti più tradizionali che su quelli sviluppati in epoca più recente. Tale evoluzione si è declinata in almeno due differenti linee, una riguardante più specificamente i singoli prodotti, l'altra attinente la concezione stessa della copertura.

L'indirizzo generale, sia a livello nazionale che internazionale, si rivolge soprattutto all'innovazione di prodotto e di processo produttivo, valorizzando anche altri elementi che influenzano il mercato, quali la distribuzione, la comunicazione, il prezzo, l'incidenza sul mercato.

³⁷ Angelucci F., Girasante F., *Envelope is space. Spazio ed energia nelle architetture dei BEAR*, Franco Angeli, Milano, 2007.

Il settore delle costruzioni, seppur con progressi altalenanti e lenti, è soggetto negli ultimi anni ad una variazione negli investimenti in grado di influenzare il mercato europeo; in particolare, è indirizzato verso:

- l'utilizzo di materiali innovativi
- la competizione tra tipologie ed approcci costruttivi differenti
- la ricerca di soluzioni alternative determinanti ad ottenere il risparmio energetico

Per valutare l'incidenza che i componenti dell'involucro edilizio e i sistemi-copertura possono avere sul mercato, è necessario riferirsi anzitutto ai settori maggiormente interessati³⁸ da tali investimenti e ricerche, che si riferiscono soprattutto alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente tramite riconversione o retrofit energetico. Occorre inoltre fare riferimento al settore delle *prefab home*, molto sviluppato soprattutto all'estero o nelle zone del nord Italia (soprattutto in case unifamiliari o bifamiliari), ma che può trovare suggestive applicazioni anche nella riqualificazione del patrimonio esistente tramite azioni di addizione o sostituzione rivolgendosi a comparti applicativi quali il turismo e l'*housing* sociale per filiere di utenza non consuete, quelle che l'architetto Jennifer Siegal³⁹ definisce "the new nomads", come studenti, uffici, giovani coppie, edifici *stand-alone*. Alla luce di tali nuovi modi di abitare, una delle soluzioni più interessanti è rappresentata da strutture che siano smontabili, trasportabili e nuovamente assemblabili in altri luoghi.

*"Innanzitutto la flessibilità distributiva può essere assunta come elemento fondamentale per un costruire che si adegui facilmente alle trasformazioni sociali e dei modi d'uso dello spazio costruito. E questo può avvenire solo attraverso l'impiego di tecniche progettuali, di tecniche esecutive e materiali, basate sulla visione dell'edificio come sistema, che consentano cioè, facili spostamenti di pareti, di distribuzione impiantistica e di ampliamento degli spazi senza interessare l'edificio nel suo complesso"*⁴⁰

La vivibilità di "sistemi-copertura" prefabbricati sul mercato immobiliare sopra descritto, risiede nelle capacità di adattamento del prodotto, in grado di interagire con gli abitanti e adeguarsi alle esigenze ed attività, nella capacità di rispondere ad esigenze di comfort e contemporaneamente al desiderio dell'acquirente/utente di intervenire nella personalizzazione della proposta progettuale, nell'uso e nella gestione con relativi impatti sul risparmio di risorse e nondimeno, sulla possibilità di prefabbricare in tutto o in parte con le conseguenti ricadute sul prezzo di produzione.

³⁸ A tal proposito sono stati presi in considerazione le ricadute sui mercati delle soluzioni presentate nei Solar Decathlon europei e internazionali, nonché i rapporti congiunturali e previsionali del CRESME.

³⁹ www.designmobile.com

⁴⁰ Andrea Campioli, 1998.



L'attuale settore della produzione è interessato allo sviluppo di soluzioni interessanti per il risparmio energetico, il design ed i consumi in direzione di un concetto di *smart home*, in cui gli apparecchi sono collegati tra loro in modo da offrire agli occupanti nuove funzioni e servizi, permettendo un uso efficiente dell'energia. In questa direzione, ad esempio, sta sviluppando utili sistemi la Robert Bosch con sistemi di *smart-home controller*⁴¹ modulari ed espandibili (figg. 17, 18)



figg. 17, 18. Sopra, sistema mozaik per la gestione della casa. Sotto, Smart-home controller, Bosh, Cisco, ABB.

⁴¹ In partnership con ABB e Cisco. Si tratta di centraline che collegano i componenti fra loro e ad internet. Tutto può essere comandato utilizzando uno smartphone o un tablet. Grazie a sensori e software, per esempio, una *smart home* potrà rilevare che le finestre sono ancora aperte e, combinando questa informazione con le previsioni meteo disponibili su Internet, potrà attivarne la chiusura.

1.5_ CONCLUSIONI INTERMEDIE

Le criticità che il progetto della copertura deve affrontare, oltre ai requisiti prestazionali noti, possono riguardare la geometria e il peso, la tipologia in funzione della localizzazione, le luci da coprire, l'integrazione impiantistica, la presenza o meno di livelli di trasparenza, ecc.

Il rapporto uomo-edificio-contesto trova esplicitazione nella progettazione della copertura secondo un'ideazione che segue due linee principali, che si sviluppano parallelamente:

- la concezione è guidata da interventi sull'immagine semantica che trova espressione tramite materiali e sistemi costruttivi;
- l'elaborazione è guidata da richieste funzionali da parte dell'utente e si concretizzano con l'adozione di determinate tecnologie dei singoli strati, adeguate al "contesto".

Questa dicotomia di progettazione, che è perseguita sia per le nuove costruzioni che per il recupero di edifici esistenti, richiede quindi, nuovi strumenti ed approcci progettuali per l'individuazione di soluzioni tecnologiche appropriate alle mutate esigenze abitative: dalla casa tradizionale, all'edificio temporaneo, al manufatto transitorio, o ancora agli edifici stand alone, etc. Tale quadro applicativo richiede un'innovazione del progetto nel quale i materiali impiegati non sono più soltanto quelli tradizionalmente usati per il tetto, ma sono da ricercarsi in tutti gli elementi e mercati: nelle fondazioni, nelle facciate, nei solai, ecc. Ciò, si riflette quindi, sull'innovazione nei componenti degli strati funzionali e nei sistemi strutturali della copertura, optando per quelli tecnologicamente avanzati e customizzabili, tali cioè da rispondere al meglio alle esigenze dell'utente ed alla funzione specifica alla quale è destinato ad assolvere.

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.

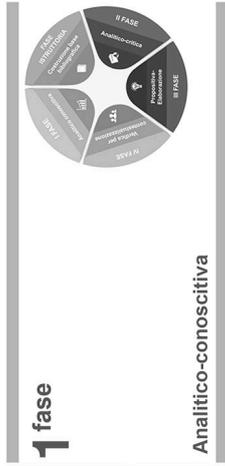


Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

Fasi



Analitico-conoscitiva

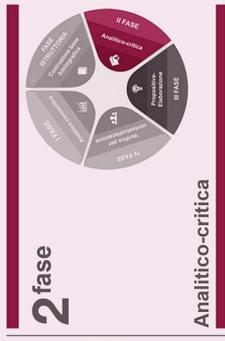
Compiti

Definizione del tema	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Indagini bibliografiche preliminari.	Indagini bibliografiche preliminari.
Verifica del tema	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Individuazione degli scenari di riferimento.	Programma generale.	Programma generale.	Programma generale.	Programma generale.
Stesura del programma	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Verifica del programma	Verifica del programma
Verifica del programma	Validazione del programma	Validazione del programma	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Verifica del programma	Verifica del programma



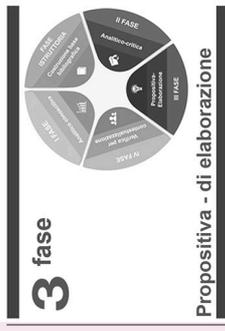
Analitico-critica

Analisi di casi studio	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro
Analisi di casi studio	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro



Propositiva - di elaborazione

Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Stesura del quadro esigenziale.	Stesura del quadro esigenziale.	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Definizione delle variabili e dei requisiti.
Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Stesura del quadro esigenziale.	Stesura del quadro esigenziale.	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Definizione delle variabili e dei requisiti.



Verifica per contestualizzazione

Sviluppo del concept	Stesura e definizione del progetto del componente.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.	Sviluppo del concept	Stesura e definizione del progetto del componente.
Sviluppo del concept	Stesura e definizione del progetto del componente.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.	Sviluppo del concept	Stesura e definizione del progetto del componente.



Verifica per contestualizzazione

Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.	Analisi degli ambiti e del mercato.	Confronto delle scelte e richieste.	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.
Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.	Analisi degli ambiti e del mercato.	Confronto delle scelte e richieste.	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.



II FASE: FASE ANALITICO - CRITICA_

CAPITOLO II Stato dell'arte

- 2.1_ Tra tradizione ed innovazione: dalle esperienze vernacolari alle esperienze di prototipazione e di transitorietà
 - 2.1.1_ Lo strumento classificatorio
- 2.1.2_ Le coperture vernacolari come contributo ai processi di innovazione
 - 2.1.3_ Gli elementi prefabbricati e le prefab home
 - 2.1.4_ Modelli transitori
 - 2.1.5_ Repertorio – casi studio
- 2.2_ L'integrazione di componenti per un tetto energeticamente efficiente
- 2.3_ Conclusioni intermedie: Individuazione delle strategie e dei requisiti comuni

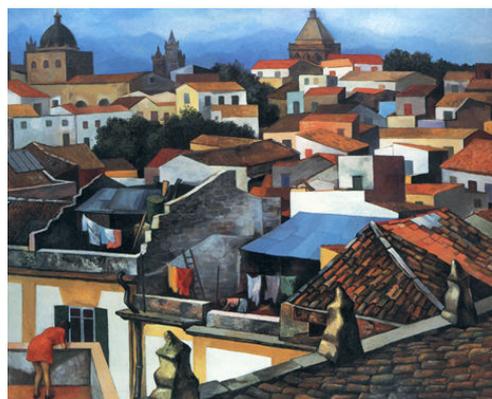


fig. 19. I tetti di Palermo. Guttuso, 1985.

*“Il presente si costruisce sul passato così come il passato
si è costruito sui tempi che lo hanno preceduto”⁴²*

⁴² A.Loos, *La mia scuola di architettura*, 1910. Parole nel vuoto.p.262

2.1_ TRA TRADIZIONE ED INNOVAZIONE: DALLE ESPERIENZE VERNACOLARI ALLE ESPERIENZE DI PROTOTIPAZIONE E DI TRANSITORIETA'

L'architetto deve rispettare il lavoro dei suoi predecessori e la sensibilità della gente non servendosi della propria architettura come di un mezzo per farsi pubblicità personale. In realtà un architetto non può fare a meno di utilizzare il lavoro di quanti lo hanno preceduto; per quanto attiva possa essere la sua ricerca di originalità, la maggior parte della sua opera imparentata con l'una o l'altra tradizione.⁴³

L'indagine, nelle pagine che seguono, di manufatti appartenenti sia alla tradizione sia realizzati secondo logiche di prefabbricazione, scaturisce dalla volontà di individuare le motivazioni, i requisiti e le esigenze che hanno da sempre influenzato la trasformazione dei modelli abitativi.

L'approccio metodologico che si propone, infatti, rilegge criticamente le esperienze del passato e quelle di più recente sviluppo, andando progressivamente ad esplicitare e delineare, come evidenziato nei precedenti paragrafi, le nuove esigenze abitative che definiscono l'attuale domanda di mercato. Ciò, al fine di definire i parametri utili da porre a fondamento della risposta progettuale oggetto di ricerca, che tradurrà in elementi tecnologici la lista di requisiti individuati tramite l'analisi critica dello stato dell'arte e l'apporto di esperienze "altre" a supporto dei processi logici innovativi.

Lo strumento elaborato per svolgere l'analisi dei casi-studio di maggiore interesse, per caratteristiche di produzione, tecnologiche, prestazionali o energetico/ambientali, si è tradotto in una scheda analitica multisetoriale redatta per affrontare i diversi aspetti di ogni intervento edilizio, da quelli prettamente tecnici a quelli economici.

2.1.1_ LO STRUMENTO CLASSIFICATORIO

L'obiettivo ultimo di elaborare un quadro d'insieme esaustivo delle ragioni che guidano la definizione di un sistema-copertura, è alla base della scelta di considerare tutti quegli interventi che recano nei loro caratteri costitutivi, a livelli di processo, di progetto e di tecniche esecutive, aspetti utili all'individuazione dei processi e dei caratteri adatti e adattabili al "componente" oggetto del presente lavoro.

⁴³ Fathy H., *Costruire per la gente*, Editoriale Jaca Book, 1986

La scheda è suddivisa in sezioni, come di seguito riportato:

- Sezione 1 → DATI GENERALI: nella quale sono individuati i dati identificativi del progetto, ivi comprese le informazioni disponibili o stimate di carattere economico:
progettisti – anno – aspetti economici – dati dimensionali

(per le schede relative alla casistica del Solar Decathlon si è considerata anche l'incidenza percentuale della valutazione sui dieci contest della competizione, come descritti nel paragrafo 2.1.3.a)

- Sezione 2 → CONTESTO: nella quale sono stati considerati gli aspetti relativi alle condizioni climatiche nelle quali il manufatto è stato realizzato.
- Sezione 3 → IDENTIFICAZIONE: nella quale si forniscono i dati relativi alla natura dell'intervento, attraverso informazioni relative a:
 - o Tipologia, ossia categorie classificatorie relative alle caratteristiche progettuali e produttive principali)
 - o Tipo, ossia la classificazione in base alla loro natura di progetto (su commissione, concorso, ecc.), di prodotto (un sistema realmente disponibile sul mercato), di prototipo (esemplificativo di una strategia progettuale, ma non ancora verificato tramite la produzione.
 - o Categoria, ovvero i campi d'impiego del manufatto.
- Sezione 4 → ASPETTI MORFOLOGICI
- Sezione 5 → DESCRIZIONE
- Sezione 6 → PRODUZIONE: nella quale sono raccolti, laddove disponibili e pertinenti, i dati relativi agli aspetti produttivi del manufatto, in cui la tipologia è da stimolo all'innovazione tecnologica:
 - o Tipologia, classificazione in base alle categorie di *sistema chiuso* (non soggetto ad apporti esterni) e *sistema aperto* (costituito dalla combinazione di componenti e materiali eterogenei proveniente da cicli produttivi differenti)
 - o Esecuzione, riferita alla strategia di realizzazione (nel luogo di fabbricazione dei componenti o in cantiere)
- Sezione 7 → CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE: in cui sono definiti i caratteri legati alle tecnologie impiegate per la realizzazione, ed in particolare:

- Tipologia costruttiva, indaga le tecniche di assemblaggio dei componenti e materiali
 - Sistema costruttivo, indaga le logiche costruttive e compositive del sistema ed in particolare della “copertura”
- Sezione 8→ASPETTI ENERGETICO/AMBIENTALI: nella quale si individua il rapporto dell’edificio con il contesto e sono raccolti i dati relativi all’approvvigionamento energetico, le sue modalità (connessione alla rete, stand alone, ecc.), aggiunta di impianti, livello di autosufficienza energetica.
- Sezione 9→GESTIONE OPERATIVA: relativa alle fasi ed alle operazioni del processo realizzativo del manufatto, in relazione a:
- Stoccaggio, in rapporto ai dati dimensionali per definire l’entità e le modalità dei componenti da stoccare
 - Trasporto, riferito alle modalità di trasporto in termini di mezzi impiegati
 - Assemblaggio, relativo agli strumenti impiegati per la realizzazione in relazione alla complessità dei nodi di giunzione
 - Tempistica, indica il tempo relativo alle fasi di realizzazione del manufatto, fattore che diviene sempre più incidente nella richiesta di esigenza abitativa odierna.
 - Logistica, che segnala la dipendenza o meno da variabili di contesto (ossia le tecniche e le produzioni locali, la disponibilità di mano d’opera , ecc.) e/o di processo (relativo a scelte tecnologiche e sistemi vincolati all’industria)
- Sezione 10→ ASPETTI ESIGENZIALI/PRESTAZIONALI: nella quale l’intervento viene valutato rispetto alle prestazioni del sistema tramite l’analisi esigenziale-prestazionale mirata ad individuare la risposta prestazionale ai bisogni fondamentali circa l’esigenza di abitabilità:
- Fruibilità
 - Gestione
 - Benessere
 - Sicurezza
- Sezione 11→FONTI

2.1.2_ LE COPERTURE VERNACOLARI COME CONTRIBUTO AI PROCESSI DI INNOVAZIONE

La trattazione che segue è orientata ad identificare i principi fondamentali del patrimonio vernacolare, da cui attingere caratteri e direzioni integrabili al processo progettuale di un'architettura responsabile.

I principi che regolano l'architettura sostenibile sono alla base dei sistemi costruttivi del patrimonio vernacolare: dal sistema ambientale a quello antropico, influenzando così le forme nate dall'analisi delle relazioni stabilite tra il contesto e l'edificio.

In passato, la sapienza costruttiva tradizionale si era espressa sostanzialmente nella ricerca di possibilità di modificazione, all'interno dei comparti urbani ed architettonici, a fronte delle problematiche derivanti dal contesto esterno.

Il concetto "progettare con il clima", di cui le ricerche dei fratelli Olgyay sono pionieristiche in tal senso, rappresenta un modo concreto di impostare il progetto a tutte le scale, da quella urbana a quella architettonica e di dettaglio, in una prospettiva olistica, trasversale e multidisciplinare; non soltanto, quindi, dal punto di vista tecnologico, ma anche come fondamento del processo di costruzione della forma.

Progettare con il clima diventa sinonimo di progettare con la tradizione, e l'ambiente è il *trait d'union* tra i due elementi. Dall'analisi delle relazioni tra costruzioni e fattori naturali emergono forme le cui tecnologie e sistemi costruttivi si riferiscono a conoscenze del sistema ambientale e dei relativi fenomeni che sono state sviluppate, implementate e trasmesse da generazioni, secondo approcci tendenzialmente empirici ed in continua verifica.

Le pratiche costruttive tradizionali traggono origine dalle disponibilità locali e sono quindi legate all'uso delle materie prime facilmente reperibili in sito con tecnologie consolidate e particolari accorgimenti tecnico-costruttivi, garantendo in tal modo l'efficacia del processo costruttivo nei contesti ambientali di riferimento.

Seguendo tali assunti gli edifici sono integrati per uniformità materica e contestualizzazione nell'ambiente circostante, definiti in funzione dell'orientamento, dell'esposizione, della ventilazione, ecc. del sito atti a garantire condizioni di comfort ottimali.

In particolare, le architetture vernacolari mediterranee utilizzano magistralmente risorse tali da mantenere le condizioni di benessere interne: senza mediazioni, ed in rapporto diretto con il contesto si conformano all'andamento del terreno, all'esposizione solare, ai materiali circostanti impiegati a fini costruttivi. Pertanto, fattori economici, sociali ed ambientali influenzano le tecnologie tradizionali.

In virtù di tali fattori, la metodologia adottata per analizzare le caratteristiche ed i contesti che influenzano le architetture vernacolari, è definita da criteri classificatori legati alla sostenibilità secondo principi e dinamiche di tipo:

- ambientali, riferibile a tecniche costruttive legate ed integrate al contesto in cui si sviluppano.
- socio-economiche, in cui rientrano le tecniche sviluppate per ridurre tempi ed impatti nell'intero processo costruttivo, dall'elevazione alla manutenzione.
- socio-culturali, riferite alle culture e tecniche costruttive recanti segni, tangibili e non, d'identità comunitaria.

Indagando in particolare il ruolo della copertura in tali architetture, si delinea un articolato panorama in cui la morfologia dei tetti è direttamente correlata a quella della costruzione stessa, dell'ambiente fisico in cui è inserita e della posizione geografica di riferimento.

L'intento generale degli "architetti" vernacolari concerneva soprattutto nell'utilizzo, ragionato, delle risorse disponibili. Ecco, così, che l'aspetto generale della copertura si diversifica nelle regioni europee in virtù di questo fattore: dal legno utilizzato nelle regioni montuose, ai materiali lapidei nelle zone rurali, quali tufo, pietra calcarea, arenaria, ed ancora ai materiali vegetali, come la paglia, le canne e i giunchi utilizzati come rivestimenti (fig. 20).



Pertanto, le culture costruttive tradizionali contribuiscono alla formazione di una identità morfologica della copertura e conseguentemente del territorio.

Una prima disamina dell'ingente quantità di esempi di architettura vernacolare delimita la classificazione dei casi studio soprattutto alle architetture progettate nelle regioni mediterranee in cui la locuzione "progettare con il clima" si connota di fondamentali valenze per la sopravvivenza abitativa.

fig. 20. Coperture vernacolari di differenti aree geografiche: prima e seconda in Francia, l'ultima in Sardegna.

2.1.2.a_ Classificazione dei casi studio secondo i principi ambientali

Gli esempi classificabili secondo una sostenibilità di tipo ambientale si individuano tra quelli realizzati seguendo i principi fondamentali della progettazione bioclimatica, in grado, dunque, di integrarsi con la natura e il clima specifico del luogo, al fine di evitare eventuali impatti negativi dell'intervento, sin dal reperimento delle risorse principali per la costruzione. Tali architetture vernacolari sono dominate dalla ricerca di appropriatezza ambientale.

Già due secoli fa Giovanni Battista Piranesi diceva che *“tutte le arti sono imitazioni della natura”*, compresa l'architettura *“la quale parimenti è nata dal vero”*.

Si parla di architetture contestuali da cui emerge il *genius loci* del luogo, divenendo esse stesse “luogo” in cui le risorse esogene trovano concretizzazione, in cui l'uomo interviene per il suo scopo ma senza depauperare le quantità di risorse e la qualità.

Nelle lezioni dell'architettura vernacolare, legata all'uso delle materie prime naturali reperibili in sito, il comfort ambientale era garantito proprio dai materiali utilizzati, quali pietra, legno, argilla e paglia che costituivano la base delle tecnologie adottate.

Secondo l'approccio ambientale lo spazio costruito inteso come ecosistema rispetta la natura, trae profitto dalle caratteristiche intrinseche del sito per un miglioramento passivo delle condizioni di comfort, ottimizza le risorse per ridurre i rischi di calamità naturali e l'inquinamento in modo da non alterare l'habitat.

Ad esempio, le regioni meridionali, caratterizzate geologicamente da rocce stratificate, presentano numerosi dimostrazioni di costruzioni realizzate con tecniche che sfruttano materiali lapidei senza l'uso della malta, garantendone inoltre la possibilità di recupero e divenendo nuovamente risorsa.

In tali logiche, ma con percentuali e modalità differenti, rientrano tutti quegli interventi i cui inconsapevoli requisiti si riassumono in:

- integrazione e re-integrazione
- armonia col luogo
- impatto minimo
- adattamento al clima: orientamento, protezione dai venti, ecc.
- recupero e riutilizzo
- materiali in situ
- riduzione dei trasporti
- ricostruibilità
- benessere interno: illuminazione naturale, ventilazione naturale, isolamento termico
- dispositivi di comfort

- riduzione degli effetti dei rischi naturali: inondazioni, barriere frangivento, ecc.

2.1.2.b_ Classificazione dei casi studio secondo i principi socio-culturali

Il *genius loci* nell'architettura vernacolare si manifesta, inoltre, tramite "azioni culturali" volte alla trasmissione delle culture costruttive che determinano l'affermazione di appartenenza e identità del manufatto. Le espressioni architettoniche sviluppate su valori culturali, tangibili e non, sono attente alla protezione del paesaggio culturale, e sono progettate per favorire la coesione sociale, tramite l'acquisizione di "saperi", competenze ed espressioni innovative.

In tale luce, molte delle architetture della tradizione non hanno subito significativi cambiamenti, se non adattamenti rispetto alle risorse disponibili, in virtù della salvaguardia di un continuum della cultura e della memoria costruttiva del territorio.

I principi socio-culturali cui si fa riferimento sono rintracciabili, ad esempio, in soluzioni progettuali creative nate dalla sperimentazione, osservazione dell'habitat e dei bisogni della società. Si pensi, ad esempio, alle costruzioni vernacolari dei villaggi africani del Burkina Faso in cui i tetti sono realizzati piani, sostenuti da solai lignei, in funzione delle attività quotidiane della società, ossia per essiccare il raccolto fuori dalla portata degli animali; ed ancora, una stessa logica si ritrova nei trulli pugliesi di campagna in cui furono aggiunte scale esterne e ripiani sul tetto, che servivano da essiccatoi, in virtù delle attività lavorative (fig. 21, 22).

A contribuire alla definizione di tali architetture un fattore, senza dubbio, rilevante è riferibile inoltre alla partecipazione della società o dei nuclei familiari nelle scelte e nella ripartizione dei "compiti" utili alla costruzione o conservazione dell'edificio. In molti paesi tramandare il know-how costruttivo diviene quasi un rituale, un evento sociale in cui si trasmettono le nozioni alle generazioni più giovani.

2.1.2.c_ Classificazione dei casi studio secondo dinamiche socio-economiche

L'uso delle risorse locali contribuisce alla sostenibilità anche dal punto di vista economico, consentendo un notevole risparmio dell'energia di trasporto poiché i materiali sono raccolti in loco e trasportati solo per brevi distanze, dell'energia necessaria per la trasformazione delle materie, nonché di risparmio in termini monetari. Si tratta, per lo più, di architetture "povere", realizzate con materiali ricavati nei terreni



fig. 21. Trullo pugliese, variante con piani per essiccatoio.



fig. 22. Coperture del villaggio di Tiebelè, in Burkina Faso. Ripiano utilizzato come essiccatoio e per dormire durante le stagioni calde.

agricoli: terra, tufo, argilla, pietra. Si afferma, così, il carattere di autosufficienza della comunità, in cui si assiste al dialogo tra produzione ed abitazione nell'ottica della filiera corta: i luoghi di estrazione della materia prima, di trasformazione e posa generalmente coincidono, riducendo quindi, gli sforzi impiegati nel processo costruttivo. Tale logica contribuisce, infatti, allo sviluppo dei settori locali e regionali per la produzione di materiali ed il mantenimento delle professioni artigiane e delle piccole e medie imprese specializzate alla trasformazione delle risorse in materiali e altri componenti strutturali per gli edifici. L'uso frugale delle risorse è inteso, inoltre, come recupero e riciclo dei materiali provenienti da manufatti dismessi o deteriorati, dai quali si recuperano travi, listelli e rivestimenti per la realizzazione di nuovi edifici, riducendo così sprechi e perdite; evitare tali sprechi di risorse significa contribuire alla condivisione efficiente delle risorse, dell'energia e dell'ambiente.

Inoltre, le dinamiche socio-economiche di tali costruzioni, influenzano sia la scelta di materiali, resistenti ed adattabili per garantire la durabilità a lungo termine del manufatto, la sostituibilità degli elementi, nonché la possibilità di espansione futura, sia la ricerca della dimensione appropriata del manufatto tesa alla riduzione dei materiali utilizzati. La gestione ragionata e intelligente delle risorse e del territorio, che si sviluppa secondo una pianificazione per fasi progressive, rientra nella prospettiva della sostenibilità ed è, pertanto, definita da fattori che riguardano: il minimo sforzo, l'efficienza e l'efficacia delle risorse, il minimo movimento e il minimo trasporto.

Sebbene la classificazione sinora condotta comporterebbe l'assegnazione di ogni tipologia ad uno dei tre ambiti, una disamina delle cosiddette architetture vernacolari rileva, invece, un carattere di permeabilità e stretto legame tra i tre ambiti; così, ad esempio, se lo sviluppo delle caratteristiche architetture bioclimatiche pugliese è possibile ricondurlo sia a fattori ambientali che socio-economici, l'arte del costruire le abitazioni africane è invece caratterizzata da aspetti relativi a dinamiche ambientali e soprattutto socio-culturali.

2.1.3 GLI ELEMENTI PREFABBRICATI E LE PREFAB HOME

“E’ prevedibile che in futuro diventerà sempre più difficile tracciare una linea di demarcazione tra la casa prefabbricata e quella di costruzione tradizionale: già adesso circa un terzo delle case viene costruito con un’alta percentuale di prodotti prefabbricati al posto dei manufatti tradizionali.”⁴⁴

Il termine *prefabbricazione*⁴⁵, secondo la definizione fornita dall’Associazione Italiana Prefabbricazione (AIP), si riferisce alla *“fabbricazione industriale fuori opera di parti delle costruzioni civili atte ad essere utilizzate mediante prevalenti azioni di montaggio”*. La prefabbricazione permette di considerare già dalle fasi iniziali del processo costruttivo le variabili formali, funzionali, tecniche, impiantistiche e materiche, scomponendo l’edificio nelle sue componenti, che saranno realizzate separatamente e assemblate in cantiere. Ciò permette di valutare ogni singolo componente in tutte le fasi del suo processo: dall’ideazione, alla produzione, al trasporto, all’assemblaggio, l’uso e la dismissione.

In tal senso, la prefabbricazione edilizia si emancipa dal concetto di “sistema chiuso” che, negli anni, ne ha condizionato le dinamiche e gli esiti, tali da considerarlo come processo di prefigurazione di manufatti immutabili e non aperti ad ulteriori apporti esterni. Si stabilisce, invece, un concetto di prefabbricazione “aperto” ad ulteriori apporti esterni,

⁴⁴ Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pg.11.

⁴⁵ Lo sviluppo della prefabbricazione ha inizio nel XIX secolo a seguito dell’introduzione di nuovi materiali quali ferro, acciaio, ghisa, cemento armato; inoltre la produzione di elementi portanti in ghisa ed in acciaio favorirono la nascita della fabbricazione industriale, specie per la realizzazione delle grandi infrastrutture di trasporto (ponti, ferrovie, porti) e per le gallerie commerciali ed espositive. Se in Europa proliferavano, agli inizi dell’Ottocento, magnifiche “fabbriche” specie per le grandi Esposizioni Universali, negli Stati Uniti d’America la prefabbricazione trova ampio respiro nella realizzazione di insediamenti residenziali noti come *Compact House* e *Ballon Frame*, che utilizzavano sistemi in legno facilmente assemblabili e veloci. E’ soprattutto in America, infatti, che ha larga diffusione il concetto di casa portatile temporanea. L’excursus sull’abitazione prefabbricata procede poi negli anni Venti del novecento, quando Le Corbusier, insieme a Max Dubois, sperimenta la cellula di abitazione da prodursi in serie, la nota *Maison Domino*, per poi introdurre il concetto di *machine à habiter*. Anche Gropius, negli stessi anni in Germania, affronta la ricerca di un’architettura capace di determinare alti ed uguali standard abitativi, utilizzando in un sobborgo di Dessau elementi prefabbricati, o ancora prediligendo l’assemblaggio a secco di strutture d’acciaio di due case unifamiliari a Stoccarda. Molte figure del Movimento Moderno si interessarono a queste nuove forme dell’abitare industrializzato; si pensi a Buckminster Fuller che nel 1927 progetta la 4-D Dymaxion House, esempio di casa futuristica trasportabile con elicotteri, aveva forma esagonale, sorretta da cavi appesi ad un pilone centrale per liberare l’area di sedime, realizzata con struttura portante in alluminio e pareti trasparenti. Nel 1945 Carl Koch, progetta per conto della Inc Acorn, una casa pieghevole realizzata in officina, con utenti finali le famiglie dei soldati di ritorno dalla guerra. Ed ancora, la casa *Diaton* ideata da Richard Neutra, che utilizzava lastre prefabbricate in farina fossile. Negli anni Trenta, Albert Frey progettò *Aluminare House* in acciaio e alluminio, costruita in dieci giorni, costituiva l’esempio di un alloggio prefabbricato che se prodotto in serie sarebbe risultato molto economico (\$ 3.200). Nel periodo postbellico, si annoverano diverse sperimentazioni e realizzazioni, in particolare il lavoro degli architetti Eames si concentrò nella progettazione di case costruite con parti prefabbricate in acciaio. Negli anni Cinquanta i progetti in tale settore fanno riferimento alla *Beach House* di Andrew Geller, ossia una piccola abitazione per vacanza in legno con il minimo impatto ambientale. Tra gli anni trenta e sessanta si affermano le ricerche del francese Jean Prouvé che distinguevano struttura e tamponamento, sperimentando nuove soluzioni legate alla intercambiabilità e trasformabilità. Dagli anni Sessanta, si inizia a delineare l’indirizzo generale futuro, con la *Advanced Technology House*, concepita come unità abitativa autosufficiente (controllabile tramite computer) da realizzarsi con moduli adattabili a diverse configurazioni spaziali e a differenti contesti. L’utilizzo di sistemi prefabbricati inizierà a non interessare più il solo campo dell’abitazione ma anche quello della progettazione di opere pubbliche, e quello degli interventi destinati al settore dell’emergenza abitativa.

capace di assorbire, gestire ed elaborare il processo di cambiamento che si manifesta nel settore delle costruzioni.

La trattazione che segue, indaga tra alcuni dei più sviluppati e promettenti indirizzi e processi progettuali al fine di individuare le chiavi di lettura trainanti l'attuale contesto abitativo, ora da un punto di vista prestazionale, ora da uno morfologico, ora da uno esigenziale.

2.1.3.a_ La competizione Solar Decathlon

Solar Decathlon⁴⁶ (SD) è una competizione a livello internazionale, finalizzata alla prototipazione, realizzazione e funzionamento di moduli di abitazione solare, energeticamente autosufficienti, innovativi e sostenibili.

Il contesto "aggressivo" di Solar Decathlon, determinato dall'obbligatorietà di soddisfare precise regole ed esigenze progettuali, diventa area fertile per la sperimentazione di tecnologie e processi innovativi utili all'implementazione dell'attuale panorama delle pratiche progettuali di insediamento. Oltre al principale scopo di ideare edifici che ottimizzino l'energia solare, rispettando al contempo esigenze estetico-prestazionali e di stile di vita dell'utente, l'intenzione secondaria è di attuare un percorso di sensibilizzazione riguardo i temi dell'efficienza energetica che si traduce offrendo, a chiunque sia interessato, la possibilità di visitare e comprendere il funzionamento dei prototipi, ed educarsi ad un uso responsabile delle risorse.

Scopo principale della manifestazione è mostrare come lo sfruttamento di energie pulite, grazie alle tecnologie attualmente disponibili, è in grado di assicurare un alto livello di comfort abitativo e di qualità architettonica, tramite la realizzazione di edifici estremamente performanti, che garantiscano benefici sia in termini economici che di impatti ambientali.

⁴⁶ La competizione è stata istituita nel 1999 negli Stati Uniti d'America dal Dipartimento di Energia. Il concorso si è tenuto per la prima volta nel 2002 al *Solar Village* realizzato nel National Mall di Washington DC. La manifestazione è stata replicata ogni due anni, per un totale, ad oggi, di sei edizioni, a cui hanno partecipato numerosissime università. Il notevole successo riscosso, unitamente alla politica europea che ha portato alla Direttiva 2009/29/CE ("Piano 20-20-20"), il Governo degli Stati Uniti e il Ministero dei Lavori Pubblici del Governo spagnolo hanno siglato, nel 2007, un accordo con l'obiettivo di organizzare la competizione anche a livello europeo: il Solar Decathlon Europe. Il primo contest si è svolto nel 2010, e da allora a cadenza biennale ed anni alterni rispetto a quello americano. Nella *Villa Solar* allestita nei pressi dello storico *Palacio Real* di Madrid, in Spagna, sono stati coinvolte 17 squadre di 9 paesi diversi. Si citano, inoltre, altre due competizioni istituite nell'ultimo biennio: Solar Decathlon China e Solar Decathlon Latin America and Caribbean. La prima nata dall'accordo siglato a gennaio 2011 tra il DOE americano, l'Amministrazione Nazionale dell'Energia cinese (NEA), l'Università di Pechino e Applied Materials, con cui, i due paesi confermano "l'interesse comune nello sviluppo sostenibile economico e sociale, incoraggiando l'uso di risorse rinnovabili e riconoscono come l'energia solare sia un'importante parte della loro collaborazione"; la seconda è di più recente definizione, a marzo 2014 è stato stilato il *memorandum of understanding* e nel dicembre 2015 si è svolta la prima edizione in Colombia.

Gli obiettivi finali del SD sono di contribuire alla conoscenza e alla diffusione di abitazioni industrializzate, solari e sostenibili, ponendosi come scopi ultimi⁴⁷:

- Aumentare la consapevolezza riguardo i benefici e le opportunità offerte dall'uso delle energie rinnovabili e dalle costruzioni sostenibili, stimolando a pensare in modo creativo e a sviluppare soluzioni innovative che contribuiscano al risparmio energetico e alla sua influenza nella vita quotidiana.
- Incoraggiare i professionisti dell'edilizia a selezionare materiali e sistemi che riducano l'impatto ambientale di un'abitazione, ottimizzandone la fattibilità economica e fornendo al tempo stesso comfort e sicurezza.
- Educare l'opinione pubblica al consumo energetico responsabile, sulle energie rinnovabili, sull'efficienza energetica e le tecnologie disponibili.
- Definire l'ordine corretto di intervento: in primo luogo ridurre l'energia dell'edificio e i suoi consumi aumentandone l'efficienza energetica, e in seguito integrare sistemi solari attivi e/o altre tecnologie rinnovabili. Inoltre i sistemi di costruzione devono essere selezionati e dimensionati utilizzando criteri ambientali ed efficaci sotto il profilo economico.
- Incoraggiare l'uso di tecnologie solari e altre fonti di energie rinnovabili.
- Promuovere l'integrazione di un sistema solare che sia architettonicamente attraente, lavorando sulle tecnologie solari per sostituire i materiali di costruzione tradizionali, come il tetto, i lucernari o le facciate.
- Dimostrare chiaramente che le case ad alta prestazione solare possono essere comode, attraenti e convenienti dal punto di vista economico.

I prototipi, la cui caratteristica principale è l'alto contenuto di sviluppo progettuale e tecnologico finalizzato al migliore ed efficace utilizzo della radiazione solare come fonte di energia primaria di cui alimentarsi, si "sfidano", come suggerito dal nome stesso della competizione che richiama le gare olimpiche di atletica, su dieci competizioni:

- Architettura: competizione riferita alla soluzione migliore del rapporto funzionalità/estetica, ed in cui gli aspetti tecnologici ed impiantistici sono integrati con il design dell'edificio.
- Ingegneria e costruzione: si riferisce agli aspetti inerenti l'efficacia dei sistemi costruttivi, degli involucri, delle integrazioni impiantistiche.
- Efficienza energetica: riferita alla riduzione dei consumi energetici

⁴⁷ <http://www.rhomefordency.it/SDE/ita/competizione/>

- Bilancio energetico: misura l'autosufficienza elettrica della casa
- Comfort: indaga i livelli di comfort che un prototipo è in grado di garantire per un determinato periodo di tempo.
- Funzionamento della casa: è relativa alla simulazione del comportamento dell'edificio tramite l'uso di apparecchiature domestiche (frigorifero, lavatrice, lavastoviglie, ecc.)
- Comunicazione e sensibilizzazione sociale: si riferisce alla strategia comunicativa (sito internet, video, opuscoli informativi, ecc.) adottata specie per scopi educativi e di informazione delle pratiche adottate
- Urban design, Trasporto e Accessibilità: è relativa all'impatto insediativo dei prototipi, ai costi di costruzione e la potenzialità di immissione nel mercato abitativo, analizzandone il target di utenza in funzione di parametri attinenti il comfort, l'utilizzo, la sicurezza ed i bisogni dei potenziali fruitori.
- Innovazione: stima gli aspetti innovativi guardando al potenziale impatto delle innovazioni sul mercato.
- Sostenibilità: è riferita all'attenzione verso le problematiche ambientali, compresa la capacità di contribuire alla riduzione massima degli impatti negativi ambientali.

I casi-studio individuati per la definizione dello stato dell'arte, l'approfondimento e l'analisi sono stati scelti in funzione dell'obiettivo principale di questo lavoro, ossia la definizione di un componente dell'*involucro, funzionale ed integrato, applicabile ad un prototipo abitativo o edificio esistente.*

Tra le numerose esperienze proposte dal SD, di cui complessivamente se ne contano più di 200, si indagano principalmente i casi che guardano con un occhio rinnovato e sperimentale all'involucro, inteso come sistema e diaframma dinamico, e che sfruttano una metodologia di prefabbricazione molto spinta che trascina con sé, conseguentemente, una molteplicità di fattori le cui ricadute spaziano dall'abbattimento dei costi all'integrazione impiantistica, dalla riduzione dei tempi di costruzione ad una scarsa necessità di mano d'opera specializzata, ed in ultimo, ma non per questo meno importante, all'impiego di sistemi efficaci per il risparmio energetico.

In considerazione di tali premesse, gli esempi di riferimento si indagano attraverso una tipologia di schede d'analisi (come descritto precedentemente), costruita secondo una divisione in sezioni volta all'individuazione dei parametri principali che hanno influenzato la progettazione di ogni manufatto.

2.1.3.b_ *Modern Prefab Home* e Prototipi di design

Il tema della sperimentazione progettuale delle *modern prefab* è stato spesso, negli anni, argomento di ricerche e studi scientifici che hanno prodotto un'elencazione esaustiva della materia. Tuttavia, individuando in esso la nascita della progettazione per componenti si ritiene possa essere utile per la completezza e definizione della metodologia di lavoro.

Le sperimentazioni in questa direzione si sono sviluppate a partire dagli anni Ottanta con la necessità di operare secondo un concetto di prefabbricazione che si allontanava dal sistema adottato nei decenni precedenti legato a singoli risultati architettonici di metodologie costruttive, ed aprendosi ad un tipo di prefabbricazione che opera per componenti. Tale concetto, si traduce quindi, nella ricercata attenzione verso una progettazione che possa garantire flessibilità d'uso degli spazi per molteplici funzioni.

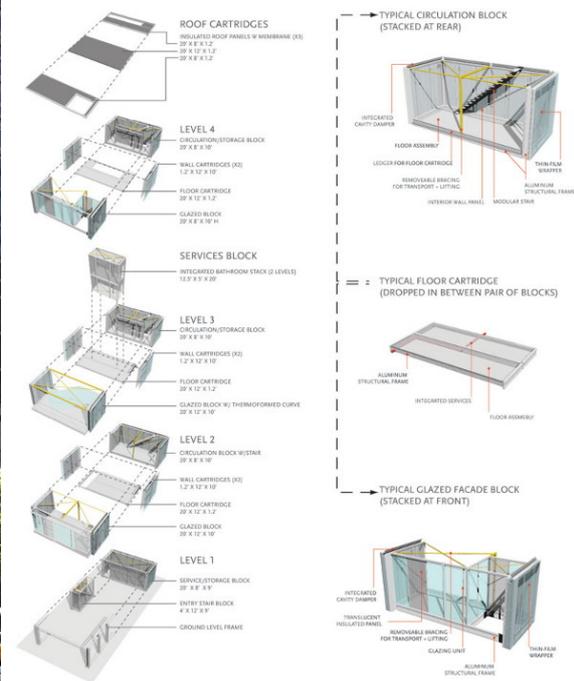
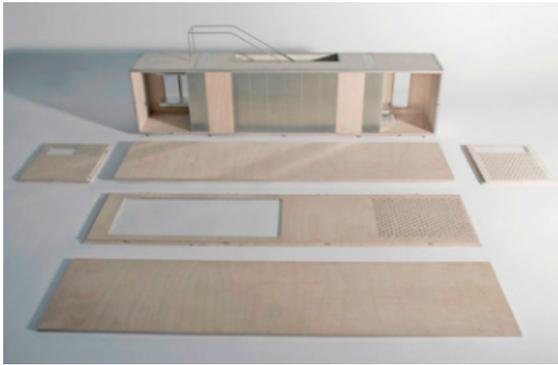
Questo tipo di prefabbricazione, fiorita in Inghilterra e diffusa anche in Canada, negli Stati Uniti e ultimamente anche in Giappone e Nord Europa, si basa essenzialmente su sistemi *prodotti anche da industrie diverse, tra loro intercambiabili, costituiti da componenti progettati e prodotti indipendentemente dalla loro collocazione e dal loro uso, ma con caratteristiche tali da poter essere assemblati tra loro e tra componenti di altri sottosistemi. Obiettivo finale di tale metodo è la creazione di "cataloghi" di parti staccate, con gamme d'uso molto estese, per le più diverse tipologie edilizie. Tappa intermedia di tale processo può essere la messa a punto di "cataloghi" di componenti (...)*⁴⁸.

Ad avvalorare tale affermazione sono certamente d'aiuto alcune "fabbriche" realizzate, negli stessi anni, da noti architetti che condividevano nei loro progetti l'idea di utilizzare procedimenti costruttivi a secco, talvolta anche elevando l'architettura secondo un kit di costruzioni⁴⁹.

Oggi, sono molti gli attori, sia della filiera produttiva che di quella progettuale, che si occupano di prefabbricazione senza per forza considerarla, come si era fino ad ora fatto, sinonimo di omologazione. Si affiancano ad essa con l'intento di ricercare soluzioni innovative ed accattivanti, specie per il campo abitativo, con presupposti di sostenibilità ed efficienza energetica, elevandola persino al concetto

⁴⁸ Benedetti C., *Industrializzazione edilizia e progettazione per componenti*, in Baciagalupi V., Benedetti C., Impegni G., *Edilizia e Progetti per Componenti*, Officina Edizioni, Roma, 1978, pag. 54.

⁴⁹ Si pensi alla stessa definizione avanzata da Piano R. nel definire una delle sue architetture di quegli anni, il *Centre Pompidou*, al quale si rivolgeva come *building as a construction kit* (un edificio concepito come un kit di costruzioni). Cfr. cit. Buchanan P., *Renzo Piano Building Workshop*, Stuttgart 1994; Mariconi D., Zanella M., *I Maestri dell'Architettura. Renzo Piano*, Hachette, San Giovanni Lupatoto, 2009.



figg. 23, 24. Sopra, System 3.
Sotto, Cellophane home.

moderno del “fare architettura”. Su questi criteri, nascono, ad esempio, progetti come la *System 3* (fig. 23), di Kauffmann e Ruf, un prototipo con carattere di trasportabilità, flessibilità ed espandibilità; ed ancora, la *Cellophane home*, di Kieran e Timberlake, la cui principale caratteristica è data dalla possibilità di crescita o decrescita dei piani in funzione delle particolari contingenze (fig. 24).

Accanto ai termini sostenibilità, velocità, innovazione, assemblabilità, si affiancano, parole come economicità, comfort, design che, senza dubbio, aiutano a smontare quei paradigmi e schemi concettuali che hanno contraddistinto la prefabbricazione dagli anni '20 agli anni '60, a favore invece, di una progettazione che sfrutta le tecnologie *off-site* per le specifiche esigenze di *un* contesto ed *una* utenza, sviluppandosi in “prototipi di design”. Il paradosso, sta proprio nell’ambizione a voler costruire con sistemi prefabbricati abitazioni personalizzate.

Un altro fattore determinante nel caso della standardizzazione è legato alla compatibilità di trasporto intesa nella sua accezione di mezzi (tir,

containers, aerei, treni, ecc..) utilizzati per lo scopo; infatti, molti componenti possono essere prodotti ed assemblati in luoghi differenti, ne sono un esempio, gli *Amerikaya & Garden Prototypes* per il mercato giapponese, i cui componenti sono stati assemblati in Oregon e tramite *containers* spediti in Asia.

Trattazione separata merita, la sperimentazione di sistemi modulari utilizzati per ottenere edifici componibili, replicabili e moltiplicabili, economici, ecc. Ad esempio, i progetti dello studio *Re4a* fanno riferimento al *Modern Modular System*, ossia l'aggregazione di un modulo base definito *bar*, di dimensioni 16 piedi di larghezza, 60 di lunghezza e 11 di altezza⁵⁰, che permette un'ampia gamma di soluzioni ed è diviso in moduli funzionali (fig. 25).

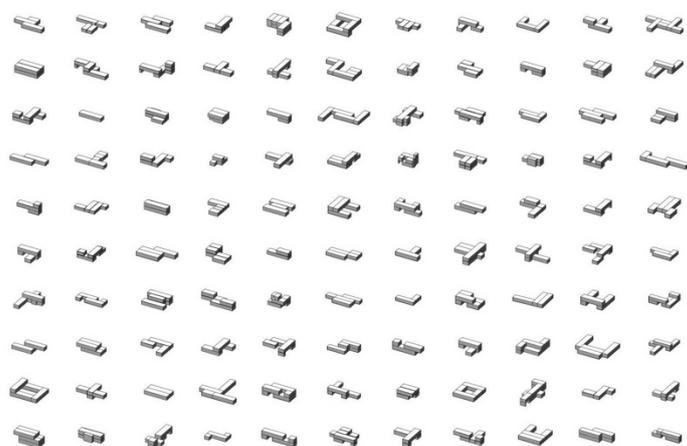


fig. 25, 26. Sopra, Modern Modular System, Re4a. Sotto, kaufmann Cullen house.

Ed ancora, le abitazioni unifamiliari con carattere di modularità realizzate da Michelle Kaufmann, che ha saputo coniugare, con buoni risultati, ad esempio nella *Kaufmann-Cullen house*, funzionalità, materiali ecocompatibili, progettazione bioclimatica, risparmio idrico (fig. 26).

⁵⁰ Corrispondenti a circa 5mx18mx3.3m.

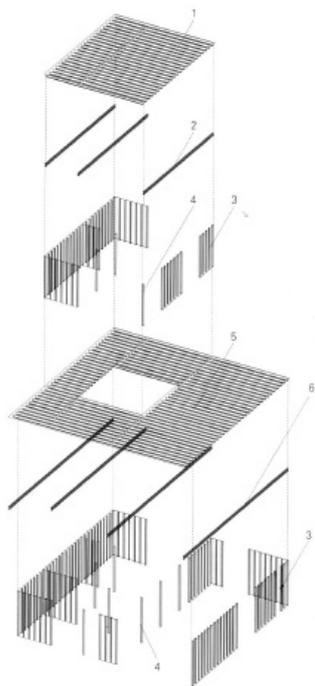


fig. 27. Aluminium House, Tokyo, 2000.
Toyo, Ito

La tradizione, però, di pensare le abitazioni come strutture flessibili e leggere si sviluppa soprattutto dalla tradizione culturale giapponese in cui l'uso di sistemi costruttivi a strati, coniugati all'assemblaggio a secco, si ritrovano ad esempio in due progetti di Toyo Ito: l'*Aluminium Cottage* e l'*Aluminium House*. Quest'ultima, interamente realizzata in lega d'alluminio, dalla struttura portante agli impalcati, alle chiusure verticali, tramite l'impiego di 25 pilastri formati da un estruso cruciforme con funzione portante e inserito in un profilo scatolare di dimensione 7x7 cm. La copertura è realizzata con lastre impermeabilizzate saldate in opera. (fig. 27).

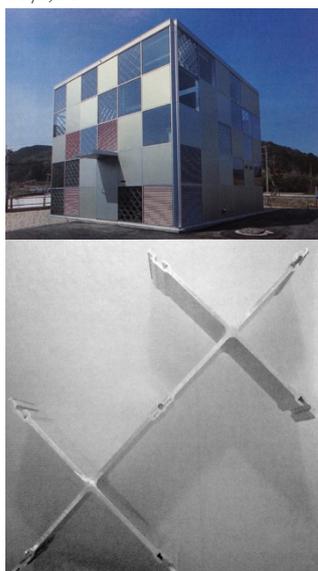


fig. 28. Edificio in alluminio in Giappone: filiale di un'azienda di estrusione di alluminio

Ad implementare tale panorama si può citare l'uso dell'alluminio per un'architettura flessibile in un progetto in Giappone per una filiale di una ditta produttrice di sistemi di automazione ed estrusione dell'alluminio che appunto ha fornito tutto il materiale utile. Una struttura estendibile fino a tre piani di altezza con lo stesso sistema strutturale, in cui i pannelli esterni possono essere differenti per ottenere il rapporto di apertura richiesto. Il sistema strutturale previsto in moduli di 1200x1200 mm, è in estrusi di alluminio ad X, in cui tutti i giunti dei pannelli sono progettati per sfruttare le caratteristiche del materiale: dai telai dei pannelli ai bulloni e i fissaggi (fig. 28).

L'attenzione rivolta all'alluminio come materiale caratterizzante l'architettura si ripropone negli interessanti progetti di casa prefabbricata sviluppati da Taalman Koch Architecture per la *iT-house*: realizzata in profilati in alluminio, per ottimizzare le strategie di montaggio senza l'esigenza di pesanti attrezzature o manodopera specializzata. Il montaggio dell'intelaiatura, può essere condotto anche da due sole persone ed avviene tramite una sola vite al centro, stabile e svitabile, che garantisce una buona resistenza anche in condizioni di forte carico. L'aspetto più interessante è, tuttavia, fornito dalla possibilità di poter disporre velocemente, dal rivenditore Rexroth più vicino al cantiere, dei tagli dei profilati utili alla costruzione (fig. 29).



fig. 29. iT-house, California,
Taalman Koch Architecture

Il quadro delle prefab *home* può essere, inoltre, ampliato considerando i modelli sviluppati dall'architetto Rocio Romero, con un costo di partenza di 35,935\$ più spese di spedizione della linea *LV Home*, il cui costo stimato al mq è circa di 120-195\$, e possono essere acquistate on-line ricevendo, così, un kit con gli elementi da assemblare, un dvd di spiegazione e guida alla costruzione (fig. 30).

La sperimentazione progettuale determina la proposizione di nuovi modelli di definizione spaziale, rendendo gli spazi costruiti capaci di ottimizzare la vivibilità del luogo. Così, nella *Sliding House* dell'architetto Alex De Rijke degli dRMM architect, l'edificio, scomposto in parti mobili, cambia conformazione volumetrica e spaziale durante le stagioni dell'anno: l'intero involucro si sposta, in soli sei minuti, con un motore elettrico alimentato da quattro batterie per auto caricate da un impianto fotovoltaico posizionato in copertura, convertendo gli spazi interni in spazi esterni con situazioni spaziali e di luce eterogenee (fig. 31).

Nell'ultimo decennio, il tema della prefabbricazione semplice e veloce, definibile con termini quali *smart-box*, *architetture portatili*, *microarchitetture*, è stato, inoltre, affrontato anche a livello accademico e/o tramite concorsi di idee, come ad esempio il programma *Instant House*, bandito da Federlegno Arredo S.r.l. unitamente al Politecnico di Milano e al Made Expo, sul tema delle residenze per city users, ossia dei nomadi che fruiscono delle città in maniera saltuaria e che spesso non hanno risposte adeguate alle loro esigenze di abitabilità.

Ad interessarsi a questi argomenti si sono recentemente aggiunti anche architetti-designer, di calibro internazionale, come Philippe Starck con il progetto *P.A.T.H. pre-fab homes*, in collaborazione con Riko⁵¹. E' pronta in 3 mesi ed è proposta in 34 configurazioni possibili in cui tutti i componenti edilizi sono pre-assemblati così da ridurre il processo di montaggio in loco. Si può scegliere tra diverse facciate, quattro tipologie di copertura (piana, curva, a falde, o a falde su terrazzo), così come una varietà di finiture e infissi interni, e altre possibilità di personalizzazione del sistema ed integrazione di tecnologie complementari, come i pannelli solari fotovoltaici, le turbine eoliche, i collettori di acqua piovana o pompe di calore (fig. 32).

Il terreno in cui si sviluppano tali prototipi è piuttosto fertile per lo sviluppo di soluzioni creative, temporanee e reversibili che oscillano dall'architettura al design, alla ricerca di un possibile rapporto tra architettura e produzione da un punto di vista tecnico ed estetico-percettivo.



fig. 30. *LV Home*, Rocio Romero.

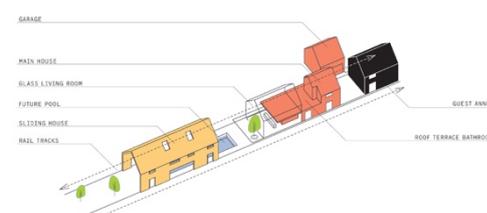


fig. 31. *Sliding House*, dRMM architect, UK, 2009.



fig. 32. *P.A.T.H.*, Starck P., 2014.

⁵¹ Fabbrica tra i leader mondiali di edifici prefabbricati sostenibili in legno. <http://www.riko-hise.si/it/>

2.1.3.c_ La casa-kit



fig. 33. Ready Cut Home.

Il concetto di casa-kit si riferisce all’offerta proposta sul mercato internazionale e nazionale, di case prefabbricate mono e bifamiliari, con la possibilità di sceglierne il modello e la migliore configurazione spaziale.

Il sistema di *house kits* ha, però, le sue radici in tempi non recenti; nei primi decenni dell’ottocento, infatti, la loro presenza è testimoniata da fabbriche in Inghilterra ed in America che producevano alloggi temporanei per i minatori; si trattava di case in legno portatili, facilmente assemblabili che venivano spedite all’acquirente. La prima casa-kit, la *Ready-Cut House*⁵², (fig. 33) era composta da pezzi preformati e numerati, e l’utente poteva scegliere tra circa 450 modelli. La *Roebuck and Co.*, una delle aziende più produttive di case ordinate per posta, offriva un’ampia gamma di prodotto spaziando dagli edifici pluripiano ai *bungalows* con un costo compreso tra i 650\$ e i 2.500\$; l’offerta veniva recapitata con un libretto di montaggio di 75 pagine utile per l’assemblaggio dei 30.000 pezzi che costituivano l’abitazione.

Attualmente, le proposte abitative simili, brevettate per rispondere con soluzioni ottimali nei confronti dei temi della sostenibilità e del risparmio energetico, sono appunto vendute in *kit* che, come nella comune prassi (stile ikea), comprende anche le istruzioni per il montaggio, nel caso sia l’acquirente stesso, coadiuvato da tecnici ed operai anche non specializzati ad elevare la costruzione. Tali abitazioni prevedono comunque l’obbligo di munirsi dei normali permessi a costruire e, con la stessa rigorosa logica, sono studiate nel rispetto delle normative in materia di isolamento acustico, termico, ed antincendio, nonché per il raggiungimento dei parametri di efficienza energetica mediante l’inserimento di impiantistica adeguata alle singole esigenze (pannelli fotovoltaici, solari termici, raccolta delle acque).

La particolarità di queste abitazioni, generalmente realizzate in legno, è data inoltre dalla possibilità da parte dell’acquirente di scegliere il grado di completamento del manufatto; ossia, mutuando i termini dal settore industriale, la scelta ricade tra un manufatto grezzo, un semilavorato o pronto all’uso-“chiavi in mano”. Si fa riferimento, cioè, alla possibilità di optare anche per l’aggiunta di tutti gli impianti, delle porte, dei pavimenti, delle finestre sino agli arredi.

Sebbene i vantaggi di un tale prodotto-sistema casa derivino da una molteplicità di fattori, tra cui la quasi assenza di imprevisti (dai costi, alla consegna, al montaggio), è possibile ravvisare anche differenti svantaggi. Provando ad immaginare e citare qualche caso, dal momento che la disponibilità di informazioni reperibili da internet è circoscritta essenzialmente all’acquisto e quindi proveniente e gestita dalle holding di mercato, gli svantaggi si ravvisano, ad esempio, nell’impossibilità di

⁵² Prodotta nel 1906 dalla *Aladin*.

cambiamenti e varianti in corso d'opera, e soprattutto nel rapporto edificio-contesto. Tale relazione in alcuni casi risulta limitata a causa dell'offerta stereotipata in virtù del soddisfacimento dei requisiti prestazionali ed afferenti alla facilità di montaggio. Le soluzioni acquistabili, infatti, non essendo caratterizzate da alcuna strategia di *custom-fit* non sempre sono in grado di esprimere alcuna valenza simbolica o incontrare le esigenze dell'utente, divenendo così talvolta avulse dal contesto che le ospita.

Essendo state sviluppate per assolvere alle necessità di un certo campione di mercato, infatti, i modelli generalmente proposti, se da un punto di vista formale sono differenti varianti di modelli prestabiliti, da un punto di vista prestazionale nella maggioranza dei casi, non sono progettate secondo strategie bioclimatiche che tengono conto delle variabili uomo-edificio-contesto.

L'incidenza di questo mercato a livello nazionale si definisce tramite una veloce ricerca tra le aziende produttrici presenti sull'*internet marketing*, di cui se ne riporta solo una breve lista tra quelle più conosciute e fornitrici di prodotti qualitativamente buoni e completi:

AZIENDE	SEDE	OFFERTA
HAUS-RUBNER	Italia	Case "su misura" in legno con certificazione casa clima in classe A, B, C.
WOLFHAUS	Italia	Case "su misura" a basso consumo energetico
RETREATHOMES	Inghilterra	Case "su misura"
LE VILLE PLUS	Italia	Case "su misura" in legno Energeticamente autosufficiente
HOLZER	Italia	Case "su misura" in legno
SCHWOERER HAUS	Germania	Case "su misura" a basso Consumo energetico
BALKEN	Italia	Case "su misura" e tetti in legno con certificazione casa clima
GRIFFNERHAUS	Italia	Case "su misura" e "chiavi in mano" a basso consumo energetico o passive
RENSCH-HAUS	Italia	Case "su misura" a basso consumo energetico
HAAS GROUP	Italia	Case "chiavi in mano"
LIBELLA	Italia	Case "chiavi in mano" a basso consumo energetico
BONELLI	Italia	Case "chiavi in mano" in legno e Pls
CASEFELICI s.r.l.	Italia	Case "grezzo avanzato" e case "chiavi in mano"

2.1.4_ MODELLI TRANSITORI E TEMPORANEI

Il quadro storico sul tema evidenzia la stretta correlazione dei temi di transitorietà ed emergenza abitativa con quelli di prefabbricazione osservabile in tutti quei casi sviluppati secondo criteri di facilità di trasporto, scomponibilità ed idoneo impiego degli strumenti. Storicamente, l'ambito di sperimentazione di tali tendenze nel settore edilizio, matura in un clima fortemente stimolato dall'emergenza abitativa frutto dei fenomeni di urbanizzazione prima, e dei conflitti bellici poi, nonché da particolari riflessioni socio-culturali rispetto ai modi dell'abitare.

“Sicuramente la ricerca architettonica incentrata sulla temporaneità dell'abitare, (...), si sviluppa inevitabilmente su un terreno incerto e scivoloso, al confine tra la precarietà, l'effimericità e l'utopia. E' necessario allora riformulare alcuni concetti provando a identificare la flessibilità con l'idea di polivalenza e di versatilità dello spazio e sostituendo alla libertà senza vincoli l'indeterminatezza spaziale resa possibile da una progettazione che coinvolge, secondo modalità innovative sperimentali, tutti gli aspetti, materiali e immateriali, del fare architettonico⁵³”.

Il modello socio-culturale dominante nell'edilizia residenziale della città contemporanea, si mostra ancora fortemente legato al concetto di insediamento permanente; negli ultimi decenni si assiste a significativi cambiamenti dei modelli sociali ed abitativi conseguenti a nuove esigenze di mobilità a genesi multifattoriale. Si osservano infatti dei modelli di vita caratterizzati dal superamento del tradizionale concetto di stanzialità, a favore di istanze flessibili e con carattere *nomadico* della società che fanno capo primariamente al progresso economico, ma che sono anche dirette conseguenza di migrazioni forzate di popolazioni in cerca di sicurezza sociale ed economica, piuttosto che contingenti emergenze per calamità naturali conseguenti spesso a incuria, scellerata progettazione, abusivismi che modificano l'orografia e l'assetto non curandosi delle conseguenze.

Come affermava Le Corbusier, l'alloggio transitorio *segna il passaggio da un modo di abitare arcaico ad uno moderno*, pertanto immaginare le costruzioni tenendo presente la possibile esigenza di transitorietà diventa, oggi, un'esigenza collettiva, soprattutto se il processo che regola tale attività è legato alla variabilità di destinazione d'uso e/o d'utenza del manufatto.

La letteratura sul tema della casa temporanea tende ad effettuare una distinzione tra modelli d'*emergenza* e modelli *provvisori*, imputando ai primi la necessità del primo ricovero, fruibile a poche ore dalla criticità,

⁵³ Perriccioli M., Con-temporaneità, 2004.

ed attribuendo, a quelli provvisori un carattere stabile ma limitato nel tempo.

Modelli architettonici aggettivati spesso dai termini effimero, temporaneo e provvisorio, possono assumere, invece, un'accezione positiva introducendo il concetto di variabilità temporale, nella consapevolezza che tali alloggi rechino caratteri di versatilità e flessibilità indispensabili per il compimento di molteplici attività umane.

Per la realizzazione di manufatti temporanei e provvisori, spesso in maniera erronea, si è prediletta la scelta di materiali e tecniche facendo prevalere aspetti di economicità e velocità a svantaggio di un modello che, invece, dovrebbe essere considerato come "risorsa", attribuendo a questo termine una duplice valenza: arricchimento del settore delle costruzioni tramite l'uso di materiali e tecniche costruttive non tradizionali, e risorsa da recuperare una volta attuata la fase di smontaggio, nell'ottica quindi, di un uso intelligente e consapevole, anche dal punto vista ambientale, delle risorse.

Alla base del processo che regola i modelli transitori si individua principalmente l'esigenza di *reversibilità*, intesa come *adattabilità* spaziale, funzionale, tecnologica, dell'intero sistema, divenendo concausa della revisione del quadro dei requisiti essenziali convenzionali. Tali evoluzioni, che devono comunque garantire un adeguato livello di abitabilità, diventano una risposta utile, non solo alla definizione dei suddetti modelli, ma anche al recupero dell'edificato di alcuni brani di città realizzato secondo logiche di stabilità spaziale e d'uso che hanno determinato degrado e limitatezza.

L'abitazione temporanea, invece, si nutre di una visione dinamica che garantisce un alto grado di trasformabilità, oltre che un veloce montaggio e smontaggio, fattori fondamentali in relazione ai nuovi modelli dell'abitare di una condizione "nomade" dell'individuo.

Le principali esigenze che simili manufatti devono soddisfare, riguardano sostanzialmente aspetti, quali:

- flessibilità;
- facilità e velocità di posizionamento;
- facilità di trasporto;
- riuso.
- aggregabilità;
- autonomia funzionale;
- stoccaggio.

La ricerca nel settore, in virtù dei campi applicativi cui il manufatto si riferisce, ivi compreso quello dell'emergenza in chiave di provvisorietà⁵⁴, è indirizzata alla definizione di moduli temporanei

⁵⁴ La delimitazione all'abitazione d'emergenza per la provvisorietà è dettata dal fatto che, di norma, il processo di gestione della ricostruzione di zone colpite da calamità naturali prevede, per il ripristino

abitabili a medio – lungo periodo per esigenze lavorative e residenziali. La risposta alle suddette esigenze consiste nella progettazione di un “oggetto” dotato della massima flessibilità nella fruizione dello spazio, componibile, in grado, cioè, di offrire una mutevole spazialità in funzione di plurime e contingenti esigenze.

L’accezione negativa, che negli anni passati veniva conferita al termine effimero, abbinandolo a modelli costruttivi di scarsa qualità, lascia ora spazio ad un fermento, soprattutto nel settore edilizio del nord Europa, all’interesse rivolto alle tecnologie “leggere” che caratterizzano tali sistemi, capaci di far fronte alla nuova domanda abitativa, che trova anche nelle strutture ricettive (alberghi, ostelli, aule didattiche, ecc.) terreno fertile per la sperimentazione di sistemi abitativi temporanei e capaci di adattarsi al mutare del pensiero, del mercato, di nuovi modelli lavorativi.

In tal senso, si prediligerà un sistema caratterizzato dalla massima flessibilità nonché dal raggiungimento delle condizioni di comfort tramite configurazioni differenti, messe a punto tramite i caratteri propri dell’architettura transitoria (operatività gestionale e realizzativa facilitata, sfruttamento di tecnologie adattabili, essenzialità morfologica, affidabilità prestazionale, ecc.).

E’ questo un argomento molto vasto, più volte approfondito da esperti e non, in occasione di dibattiti, ricerche e studi scientifici. Pertanto si è scelto di delimitare la trattazione ad alcune casistiche, significative per l’obiettivo proposto di ricerca⁵⁵, riferibili ai moduli abitativi temporanei sviluppati sia in risposta alle condizioni di criticità sia alla mutevolezza delle esigenze migratorie dell’attività umana.

immediatamente successivo al disastro, l’utilizzo di tende, che rispondono solamente all’esigenza di primo riparo e le cui prestazioni sono, senza dubbio, differenti da quelle richieste da un alloggio provvisorio, abitabile a medio-lungo termine.

⁵⁵ A tal fine, ci si è avvalsi dei risultati raggiunti dall’esperienza del workshop *Emergenza del progetto. Progetto dell’emergenza*.

2.1.5_ REPERTORIO – CASI STUDIO

DATI GENERALI

E' un'unità abitativa, la cui principale caratteristica è lo sfruttamento degli elementi naturali del luogo: terra, pietra e acqua. Si può risalire a due epoche nella tecnica costruttiva del dammuso: l'epoca del *taiu* e l'epoca della *calce*. Era generalmente a pianta quadrangolare,



CONTESTO

L'isola di Pantelleria (dall'arabo Bent-el Rhia, Figlia del vento) sorge nello stretto di Sicilia, tra le coste italiane e quelle tunisine. Ha un clima semi-arido, caratterizzato da temperature piuttosto elevate in estate, con medie mensili che variano dai 24°C ai 10 °C, una piovosità molto bassa. Come suggerisce il nome è però dominata da venti molto forti in tutte le stagioni.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
	progetti	prodotti	prototipo	
	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	<table border="1"> <tr> <td>sistema aperto</td> <td>sistema chiuso</td> </tr> </table>	sistema aperto	sistema chiuso
sistema aperto	sistema chiuso		
ESECUZIONE	<table border="1"> <tr> <td>in officina</td> <td>in loco</td> </tr> </table>	in officina	in loco
in officina	in loco		

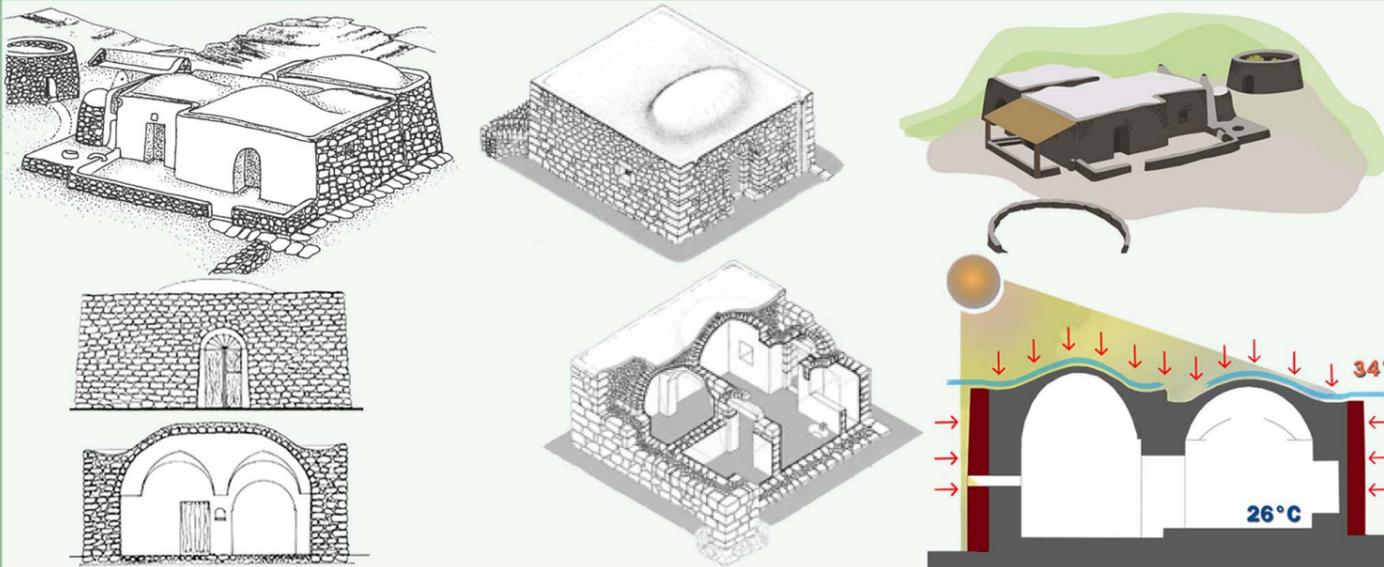
CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	<table border="1"> <tr> <td>a secco</td> <td>umida</td> <td>mista</td> </tr> </table>	a secco	umida	mista
a secco	umida	mista		
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	La copertura tipica ha la forma di una volta a botte impermeabilizzata esternamente per la raccolta dell'acqua piovana. Originariamente, la volta era costituita da pietre squadrate, messe in opera di taglio, i vuoti erano colmati con il <i>taiu</i> (malta di terra impastata con acqua) miscelato col pietrisco. Successivamente si realizzò con tufo impastato con calce e terra, dello spessore di 7 cm, battuto sino a comprimersi allo spess. di 4 cm. Lo spessore finale si attestava a 35/40 cm. La superficie era resa liscia ed impermeabile da un battuto di pomice vulcanica e latte di calce.			

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Perfettamente inserito, essendo infatti le cosiddette "architetture senza architetti", venivano realizzate in armonia con l'orografia del luogo e sfruttando le risorse reperibili nelle vicinanze dell'area di sedime.
AUTONOMIA ENERGETICA	Nel caso delle architetture vernacolari, l'autonomia energetica è riferibile alle tecniche costruttive che garantivano di mantenere le condizioni di comfort interno e sfruttare l'azione del vento e del sole.
CONNESSIONE ALLE RETI	Non pertinente, sfruttavano le risorse offerte dal contesto
IMPIANTI	Non pertinente.

ASPETTI MORFOLOGICI



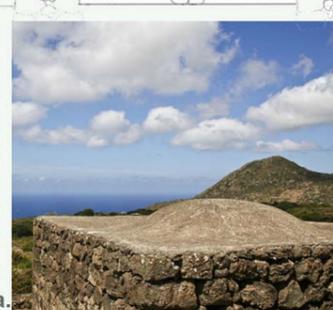
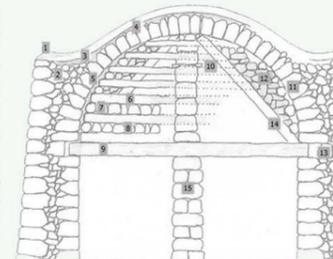
GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Non pertinente per la tipologia in quanto il materiale di cui si compone è facilmente reperibile.	
TRASPORTO	Si limita al trasporto dei materiali già disponibili in loco.	manuale
ASSEMBLAGGIO	Tecniche di assemblaggio a secco, richiedevano però maggiore tempo per l'utilizzo successivo.	manuale
TEMPISTICA	Tempi di realizzazione non prevedibili, perché influenzati da diversi fattori: antropici, atmosferici, risorse.	
LOGISTICA	Non pertinente	

BREVE DESCRIZIONE

1.Strato impermeabile di calce e lapilli vulcanici - 2. Riempimento dello spazio tra la volta ed il paramento esterno di pietre miste per facilitare il deflusso dell'acqua piovana - 3. Strato in terra battuta per permettere un ancoraggio del manto impermeabilizzante - 4. Pietre per la costruzione della volta che vengono posizionate con la parte corta rivolta verso il centro della cupola con i fermi di pietre piccole dure poste tra grandi per bloccare ogni movimento - 5. Strato di terra impastato con acqua (*taiu*) posta su tutta la superficie per livellare le imperfezioni - 6. Serie di pali secondari che vengono appoggiati seguendo il perimetro della volta salendo verso la parte terminale, usando dei riferimenti visivi o corde legate al centro dei pali - 7. Vista in sezione dei pali in legno - 8. Piccole pietre sottili per chiudere lo spazio tra i pali e fanno da supporto alla successiva stesura della terra impastata con acqua (*taiu*) - 9. Coppia di pali di legno duro (leccio) che supporta il peso complessivo che viene consolidato dalla colonna in pietra - 10. Piccoli cunei che bloccano con il peso la struttura provvisoria, necessari per facilitare lo smontaggio - 11. Sezione dei pali - 12. Pietre posizionate sui pali di supporto per costruire la linea curva della cupola interna - 13. Nicchia per far scorrere i pali per lo smontaggio della forma dopo la costruzione della cupola - 14. Pali di supporto - 15. Colonna in pietra per sopportare il peso della struttura provvisoria per la costruzione della cupola.

La parola *taiu* indica una malta di terra impastata con acqua. Questa tecnica, utilizzata fino all'occupazione bizantina (anno 533 circa), nasce dall'impossibilità di disporre di calce, e fu impiegata prevalentemente nella copertura; i muri esterni erano costruiti con lo stesso materiale e con la stessa tecnica dei muri di contenimento dei terreni coltivati, ma lo spessore raggiungeva anche i 3 m. Erano costruiti con la tecnica detta a "casciata" (l'odierna cassaforma di cemento armato): consisteva nel comporre due file di pietre parallele, distanziate, incastrate tra loro, così da avere un muro refrattario al calore, al freddo ed ai rumori. Il dammuso è sormontato da una copertura a cupola o raramente a botte, imbiancata a calce, presenta un'unica porta d'ingresso e due o tre piccole finestre situate nelle spesse pareti, con la funzione principale del ricambio interno dell'aria. Per migliorare il muro a cascata si introdusse negli interstizi la calce impastata con terra.



ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI

Fruibilità	Flessibilità dimensionale: il sistema è conformato alle esigenze specifiche e si presta ad ampliamenti, aggiunte anche in diversi tempi Flessibilità funzionale: elevata;
Gestione	Manutenibilità: elevata grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco. Durabilità: elevata, per la resistenza dei materiali Riciclo: elevato, riuso dei materiali.
Benessere	Illuminazione: limitata ma favorevole in funzione della zona climatica con forte soleggiamento Isolamento termico: elevato, grazie allo grande massa muraria con elevata inerzia termica.

FONTI

- letteratura sulle architetture vernacolari
- siti web dedicati

DATI GENERALI

Si considerano in questa scheda due sistemi di copertura vernacolari che per tipologia e per area di sviluppo ed uso possono essere accomunati. I Malqaf e i Badgir, nelle zone caldo-secche, sono sistemi di copertura sviluppati per soddisfare la sola esigenza della ventilazione naturale.



CONTESTO

Si tratta di sistemi di copertura che sfruttano la naturale ventilazione. Il Malqaf rappresenta un sistema bioclimatico diffuso nelle zone caratterizzate da un clima caldo-secco, e la tipologia di funzionamento a cui fa riferimento è il sistema a captazione. Il Badgir, invece, è un sistema a funzionamento combinato, ed anch'esso è caratteristico delle zone nella fascia climatica caldo-secca.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Il componente principale del malqaf è il mattone di terra cruda: realizzato con una miscela di terra, fibre, e acqua, e successivamente essiccato. Una volta posato, viene effettuata l'intonacatura, bianca, per riflettere la radiazione solare.		
	Anche per il badgir il componente fondamentale è il mattone in terra cruda. I materiali principali impiegati sono il legno, la terra, le fibre vegetali, intonaci naturali e talvolta il vetro.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Perfettamente inserite, le cosiddette "architetture senza architetti", nascono e si sviluppano per assolvere a specifiche esigenze del luogo, realizzate in armonia con esso, sfruttano le risorse reperibili nelle vicinanze dell'area di sedime.
AUTONOMIA ENERGETICA	Nel caso delle architetture vernacolari, l'autonomia energetica è demandata alle tecniche costruttive che garantivano di mantenere le condizioni di comfort interno e sfruttare l'azione del vento e del sole.
CONNESSIONE ALLE RETI	Sfruttano le risorse offerte dal contesto, inoltre possono essere integrate con altri sistemi (specchi d'acqua, letti vegetali, filtri, ecc.)
IMPIANTI	Non pertinente.

ASPETTI MORFOLOGICI

Sezioni di cinque tipologie di Badgir:
 A. Unidirezionale B. Bi-direzionale
 C. Multidirezionale (4 sezioni)
 D. Multidirezionale (ottagonale con due sfiati opposti)
 E. Multidirezionale con due "falsi" sfiati opposti

Schemi grafici tratti da Trombetta C., "L'attualità del pensiero di Hassan Fathy".

GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Non pertinente per la tipologia in quanto il materiale di cui si compone è reperibile in loco.	
TRASPORTO	Si limita al trasporto dei materiali già disponibili in loco.	manuali
ASSEMBLAGGIO	Tecniche di assemblaggio a secco, richiedevano però un maggiore tempo di essiccazione e pertanto tempi di costruzione più dilatati.	manuale
TEMPISTICA	Tempi di realizzazione non prevedibili, perché influenzati da diversi fattori: antropici, atmosferici, reperibilità di risorse, ecc.	
LOGISTICA	Non pertinente	

BREVE DESCRIZIONE

Il **Malqaf** è un sistema definito da una torre del vento, che funziona come sistema di captazione dei venti dominanti. Viene perciò realizzato più elevato rispetto agli edifici circostanti. L'intelaiatura è aperta solo alle estremità ed è diviso in più sezioni da setti verticali in mattoni. Inoltre, i muri molto spessi con un elevata inerzia termica della struttura permettono il funzionamento del sistema anche in assenza di vento. Il sistema bioclimatico che lo connota consiste in uno scambio di energia termica (calore) tra l'aria caldo-umida e l'acqua più fredda che viene incanalata in specifici percorsi sotterranei al di sotto degli edifici da raffreddare. Di giorno, cattura i venti prevalenti e a contatto con la muratura si raffredda a sua volta, divenuta così più densa, scende verso il basso ed entra nell'edificio. Il processo continua anche di notte, laddove le pareti si raffreddano per irraggiamento abbassando la temperatura dell'aria interna. Aprendo o chiudendo opportunamente le comunicazioni tra le varie sezioni della torre e l'edificio, è possibile dunque utilizzare la torre per raffreddare l'edificio, secondo le necessità.

Il **Badgir** è un sistema di captazione ed estrazione multidirezionale del vento, che intercetta l'aria esterna e abbassa la temperatura interna, grazie all'elevata inerzia termica della struttura, caratterizzata da una grande spessore delle murature. La direzione dei venti ne condiziona la forma e il numero dei condotti. Il badgir può essere:
 - a più canali, ossia costituito da più condotti piegati a 90° e ruotati verso il vento dominante; si distinguono i canali captatori posti sopravento e quelli sotto vento per estrarre l'aria calda dagli ambienti.
 - a quattro affacci, cioè costituita da due partizioni verticali, disposte diagonalmente all'interno del canale di aerazione, consentendo così di captare l'aria e di convogliarla in tutte e quattro le direzioni.
 Durante il giorno, le pareti assorbono calore per contatto con l'aria all'interno del canale di aerazione, che divenuta più densa, scende verso il basso negli ambienti. Viceversa, di notte, l'aria divenuta più leggera, grazie al calore ceduto dalle pareti, sale verso l'alto ed è espulsa dalle estremità aperte della torre.

ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI

Fruibilità	Flessibilità dimensionale: buona, le dimensioni della torre dipendono dai caratteri del contesto. Flessibilità funzionale: di facile accesso
Gestione	Manutenibilità: elevata, (favorita inoltre dalla presenza di impalcature di costruzione lasciate per facilitare le operazioni). Durabilità: Buona, per la resistenza dei materiali. Riciclo: elevato
Benessere	I sistemi consentono l'autosufficienza nel controllo del comfort ambientale; inoltre, grazie all'inerzia termica delle strutture sono in grado di generare il flusso d'aria anche in assenza di vento. Consentono una buona protezione dalla radiazione solare diretta e una limitata dispersione

FONTI

- letteratura sulle architetture vernacolari - siti web dedicati
- Trombetta C., *L'attualità del pensiero di Hassan Fathy*, Rubettino Editore, 2002.
- A. A'zami, *Badgir in traditional Iranian architecture*, International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, May 2005, Santorini, Greece.

DATI GENERALI

Progettisti: Cem+nem - Universidade do Porto

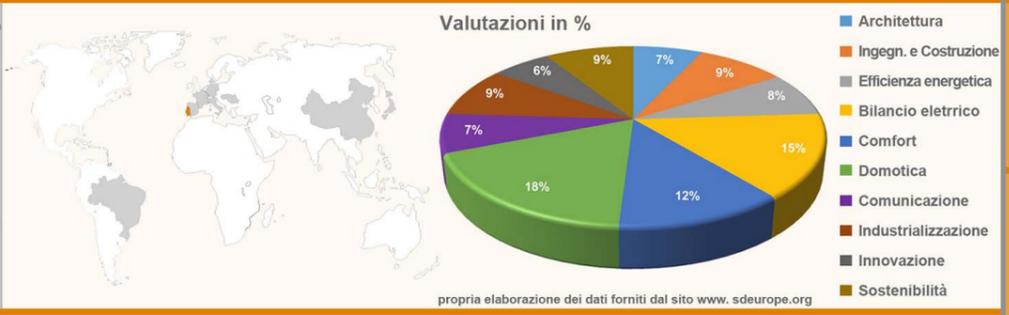
Anno: 2008 - 2012

Costi

- di costruzione: 300.000 €
- stimati di p. industrializzata: 150.000 €

Dimensioni di progetto

- Superficie netta: 49,17 m²
- Volume: 122,92 m³



CONTESTO

Il prototipo, è stato costruito considerando le condizioni climatiche di Madrid: un tipo clima mediterraneo, asciutto e caldo. La sua elevata altitudine e la vicinanza alle montagne fa sì che si verifichino ampie variazioni nelle temperature invernali ed estive (40° in estate, 8° in inverno), con una breve stagione delle piogge a fine ottobre e in primavera. Gelate e nevicate occasionali durante l'inverno.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Due diversi sistemi: la prima struttura esterna mobile è in acciaio, con profili principali IPE e tubolari in acciaio, per ridurre il peso, su cui sono fissati i pannelli solari. Tutti gli elementi sono saldati. Il secondo sistema concerne l'involucro dell'edificio, è in legno con colonne di 100x200 mm. In questa struttura si ricorre a materiali tipici della tradizione industriale portoghese, impiegando il sughero per gli involucri esterni ed interni, ed il legno lamellare per la pavimentazione, garantendone così isolamento termico ed acustico.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Adattivo - inseguimento solare.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema è dotato di sistemi di approvvigionamento energetico autotonomi.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è connesso alle reti di urbanizzazione.
IMPIANTI	Pompe di calore aria/acqua; pannelli fotovoltaici.



GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari ne consentono un facile stoccaggio; anche i profilati sono di piccole dimensioni.	E' necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari facilita il trasporto in loco.	3 autocarri per il trasporto dei moduli abitativi e parti della copertura. altri 3 per mobili e attrezzature.
ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi e tramite saldatura.	Viti, Avvitatori; perforatrici, smerigliatrice, saldatrici. Non è necessaria manodopera specializzata.
TEMPISTICA	5 giorni per l'assemblaggio delle strutture e dei componenti: dalla preparazione del sito, all'assemblaggio delle strutture lignee, dei moduli cucina/wc, della struttura metallica, copertura, impianti.	
LOGISTICA	Il sistema implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale di facile reperibilità, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari o dalla necessità di trasporti di materiali onerosi; tuttavia, possono essere modificate alcune scelte progettuali in base alle tradizioni industriali del luogo, previa valutazione con i progettisti.	

BREVE DESCRIZIONE

Lo scopo del progetto è la realizzazione di un'abitazione che utilizzi energia sostenibile e che interagendo con l'ambiente e le variazioni di luce durante il giorno, crei ottime condizioni di comfort interno, ottimizzi e sfrutti l'uso della luce naturale, raggiungendo così alti livelli di efficienza energetica. In tale luce, è stata dotata di una copertura "in movimento", ossia ad inseguimento solare secondo due differenti assi e ricoperta di pannelli fotovoltaici, che combinata ai movimenti rotazionali dell'abitazione garantisce una produzione di energia 4.5 volte maggiore di quella che consuma.

La trasformazione della copertura permette l'adattabilità a differenti stagioni, creando ombra in estate e accogliendo molta luce in inverno. La copertura mobile della casa è stata progettata in modo da avere piccole aperture tra i pannelli fotovoltaici che permettano l'ingresso di piccoli punti di luce. La capacità rotazionale e di movimento è proposta anche nella struttura della casa stessa, in grado di ruotare di 180° seguendo la direzione del sole dall'alba al tramonto e adattando sempre gli spazi.

Il progetto consiste principalmente nella realizzazione di una struttura auto portante che deve essere alloggiata in un'altra struttura metallica, a supporto della prima e che consente l'immissione su un qualsiasi locale, oltre a permettere di ruotare su un asse verticale, così come il movimento parziale della copertura metallica esterna.



ASPETTI ESIGENZIALI - PRESTAZIONALI

Fruibilità

- Flessibilità dimensionale: il sistema, modulare, si presta a un numero elevato di conformazioni spaziali.
- Flessibilità funzionale: il movimento rotazionale della struttura consente di ampliare e adattare gli spazi in base alle necessità d'impiego.

Gestione

- Manutenibilità: elevata grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
- Durabilità: Media, per la resistenza dei materiali (legno, acciaio, isolanti, sughero).
- Riciclo: buono; i componenti consentono un riuso dopo il disassemblaggio.

Benessere

- Illuminazione: ottimale per l'utilizzo dei brise-soleil e la copertura mobile
- Isolamento termico: elevato, grazie all'impiego di pannelli in legno e sughero.

FONTE

- Sanchez S. V., Solar Decathlon Europe 2012. Improving energy efficiency, Imprenta Kadmos, Spagna, 2013.
- sito web dedicato

DATI GENERALI

Progettisti: Università degli studi di Roma Tre
Anno: 2012 - 2014

Costi

- costi di costruzione
- costi stimati di industr. 1.200 € al mq

Dimensioni di progetto
 Superficie netta: 62 m²
 Volume: 167 m³



CONTESTO

Il prototipo è stato sviluppato considerando le condizioni climatiche e il contesto applicativo della periferia di Roma, zone costruite nel tempo in modo slegato dalla città, con l'obiettivo di risanarle, diminuendo l'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita. Si ricorre a strategie passive come la morfologia della casa, l'ombreggiamento, la progettazione dell'involucro, la ventilazione naturale. Veloci da costruire, con costi bassi e alta efficienza.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

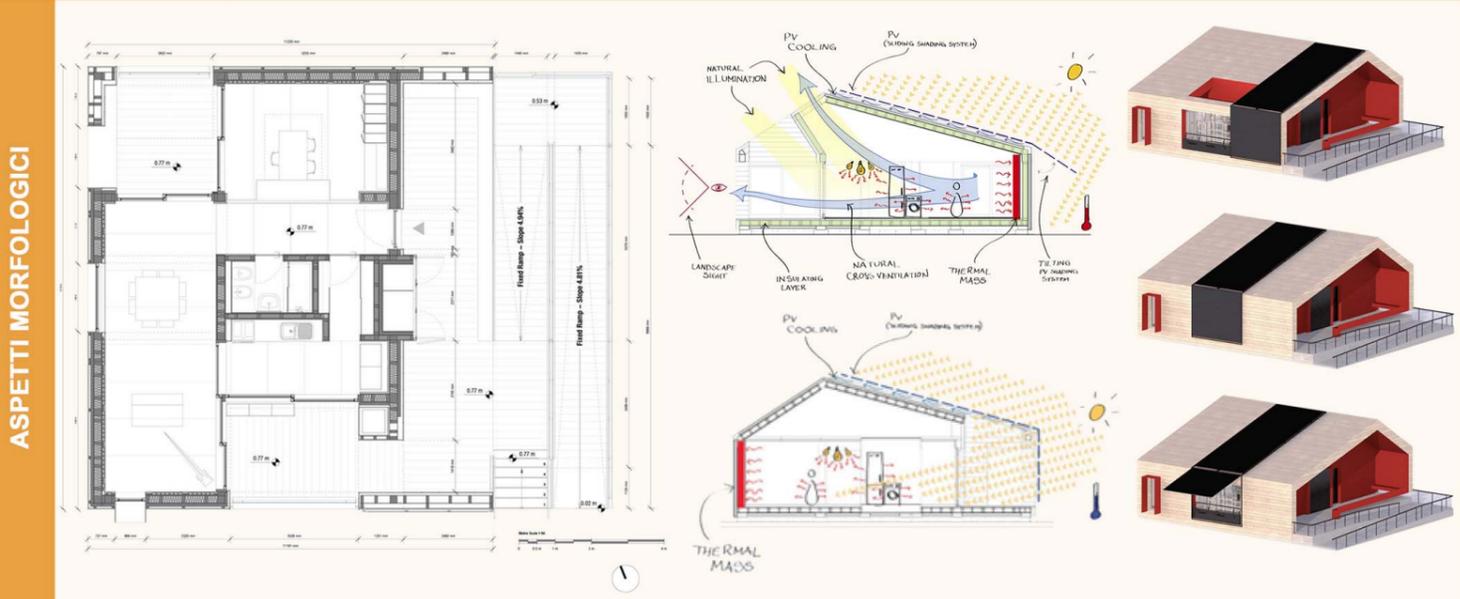
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
-----------------------	---------	-------	-------

SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura

Il sistema strutturale del progetto è realizzato in legno, con tecnologia telaio-muro (Platform Frame). Il tetto a due falde ed il soffitto sono costituiti da pannelli sandwich del tipo Platform Frame, ma più resistenti con una guaina e composti da due pannelli esterni in fibra di legno e un nucleo centrale di truciolare. I pannelli sono saldamente ancorati con viti molto duttili per trasmettere forze di taglio sismiche.

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Adattivo e non invasivo nell'insediamento. E' stato infatti sviluppato considerando come campo applicativo la periferia di Roma, caratterizzata da numerose preesistenze storiche.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema è dotato di sistemi di approvvigionamento energetico autonomi.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è connesso alle reti di urbanizzazione.
IMPIANTI	Sistema termodinamico integrato nei parapetti delle logge, realizzate in alluminio. Pompe di calore che utilizza gas refrigerante; pannelli solari fotovoltaici flessibili, tenda fotovoltaica.



GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari ne consentono un facile stoccaggio.	E' necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari facilita il trasporto in loco.	Camion - treno.
ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi.	Avvitatori; perforatrici, smerigliatrice, sega circolare.
TEMPISTICA	10 giorni per l'assemblaggio delle strutture e dei componenti: dalla preparazione del sito, all'assemblaggio delle strutture lignee, dei moduli cucina/wc, della struttura metallica, copertura, impianti.	
LOGISTICA	Il sistema implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari o dalla necessità di trasporti di materiali onerosi; tuttavia, possono essere modificate alcune scelte progettuali, dei materiali non strutturali, in base alle tradizioni industriali del luogo, previa valutazione con i progettisti.	

BREVE DESCRIZIONE

Densità, convenienza, trasportabilità e sobrietà sono i quattro fattori su cui si sviluppa il progetto di RHOME for denCity. La casa è l'esempio di un appartamento, estratto dall'ultimo dei cinque piani di un edificio urbano, in grado di produrre più energia di quanta ne consumi grazie all'uso di energie rinnovabili e l'applicazione di strategie naturali passive. Il progetto è attento alle forme caratteristiche della Roma antica, traducendole con tecnologie innovative; presenta due logge situate a nord e sud che offrono l'opportunità di avere più spazio vivibile e proteggono inoltre dalla radiazione solare. Il tradizionale tetto romano a falda è adattato alle esigenze d'illuminazione, così come le persiane in legno sono tradotte in un sistema di schermature mobili posizionate a sud che integrano il sistema fotovoltaico. La produzione energetica della casa, infatti, è garantita da pannelli solari fotovoltaici flessibili (forniti da Solbian, generalmente usati nelle barche a vela), integrati negli schermi ombreggianti delle logge. Queste, una volta aperte, consentono il flusso di corrente naturale da nord a sud. Come le case antiche, anche RHOME è costruita con grandi spessori murari tali da mantenere per inerzia termica gli ambienti interni freschi in estate e caldi in inverno. Il 3D CORE è l'elemento che contiene gli impianti idrico, sanitario, elettrico e di trattamento dell'aria. Essendo prefabbricato riduce radicalmente tempi e costi di assemblaggio. Integra il corpo-bagno con l'angolo cottura consentendo di ridurre la lunghezza delle tubazioni e le conseguenti dispersioni termiche.



ASPETTI ESIGENZIALI - PRESTAZIONALI

Fruibilità

- Flessibilità dimensionale: il sistema, modulare, si presta a un numero elevato di conformazioni spaziali, inoltre è impilabile fino alla realizzazione di 4 piani.
- Flessibilità funzionale: il movimento della struttura di ombreggiamento ed apertura delle logge consente di ampliare e adattare gli spazi in base alle necessità d'impiego.

Gestione

- Manutenibilità: elevata grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
- Durabilità: Buona, per la resistenza dei materiali (legno, cemento, isolanti).
- Riciclo: bassa; solo alcuni componenti consentono un riuso dopo il disassemblaggio.

Benessere

- Illuminazione: ottimale per l'utilizzo sistemi di ombreggiamento mobili, integrati con pannelli fotovoltaici.
- Isolamento termico: elevato, grazie all'impiego di strutture e pannelli in legno.

FONTI

- documenti di progetto e relazione reperibile sul sito www.solardecathlon2014.fr
- sito web dedicato

DATI GENERALI

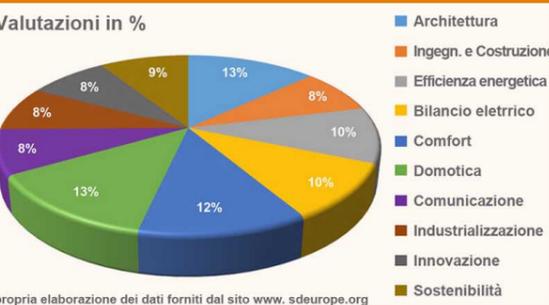
Progettisti: Rhone Alpes
Anno: 2009 - 2012

Costi

- di costruzione 700.000 €
- stimati di p. industrializzata 140.000 €

Dimensioni di progetto

Superficie netta: 68,8 m²
 Volume: 202,5 m³



CONTESTO

Il prototipo, è stato costruito considerando il contesto nazionale e le specifiche condizioni della regione Rhone-Alpes: risorse naturali, posizione geografica, progettazione urbanistica e risorse economiche, stili di vita multiculturali. In Francia, più del 77,5% della popolazione preferisce vivere in abitazioni unifamiliari vicino le grandi città, causando inquinamento acustico e aumento della CO².

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
-----------------------	---------	-------	-------

SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura

Blocco centrale, Core, per le attrezzature tecniche, prodotto industrialmente. L'involucro è realizzato in cellulosa e pannelli VIP disposti in una struttura in acciaio e legno. La copertura, Shell, prefabbricata, supporta i sistemi passivi: pannelli ibridi e pannelli fotovoltaici generano energia elettrica e producono acqua calda. Le celle fotovoltaiche sono inserite in pannelli di vetro serigrafati.

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Il prototipo è stato sviluppato principalmente in risposta a problematiche e caratteristiche proprie della regione francese; tuttavia, può essere adattato, specie nelle scelte di isolamento, anche ad altre aree geografiche.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema è dotato di sistemi di approvvigionamento energetico autonomi.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è connesso alle reti di urbanizzazione.
IMPIANTI	Pompe di calore aria/aria accoppiata ad unità di produzione di acqua calda; pannelli fotovoltaici.



GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari ne consentono un facile stoccaggio.	E' necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari facilita il trasporto in loco.	Container, tir, camion, etc..
ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi.	Avvitatori; perforatrici, smerigliatrice, sega circolare.
TEMPISTICA	5 giorni per l'assemblaggio delle strutture e dei componenti: dalla preparazione del sito, all'assemblaggio dei tre moduli: core, skin, shell. L'assemblaggio a secco ha ridotto i tempi di costruzione in sito e l'impatto ambientale delle fasi costruttive.	
LOGISTICA	Il sistema utilizza nuclei che è possibile fabbricare industrialmente, in qualsiasi paese, da industrie locali. Implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale di facile reperibilità, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari.	

BREVE DESCRIZIONE

Il prototipo realizzato fa parte di un progetto sviluppato in risposta al problema della densità abitativa. Esso rappresenta, infatti, l'ultimo piano, concepito come spazio comune, di una torre modulare, di 8-10 piani di unità abitative, la Nanotower. Si candida a funzionare come una foresta pluviale in cui tramite la "chioma dell'albero" raccoglie il 95% dell'energia solare e il 30% dell'acqua piovana. I moduli sono impilati l'uno sull'altro e alternati a uffici, negozi, servizi e abitazioni. Il prototipo è caratterizzato da tre elementi principali: il blocco tecnico, l'involucro estremamente performante ed una struttura addizionale in vetro che circonda l'ultimo piano, definita Shell. In tale area la copertura è costituita da una superficie vetrata che ospita le celle solari integrate nel vetrocamera (BIPV), ciò consente di produrre energia e al contempo ridurre la radiazione solare all'interno. Questo "esoscheletro" funziona come uno spazio filtro con lo scopo di mitigare il salto termico tra la temperatura interna e quella esterna.

Le Nanotower, collegate tramite passerelle sopraelevate, sono inserite all'interno di una grande smart grid energetica, che è sviluppata secondo:

- una griglia di riscaldamento e raffreddamento per gli scambi termici
- una smart grid per la gestione dell'energia elettrica di produzione e consumi.

Produzione: blocco tecnico industrializzato, involucro con materiali locali, e copertura prefabbricata personalizzabile.



ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI

Fruibilità

- Flessibilità dimensionale: il sistema è concepito con moduli funzionali in cui solo uno di essi definisce uno spazio trasformabile.
- Flessibilità funzionale: buona, un nucleo può essere trasformato in una seconda camera da letto o studio; inoltre, i tre nuclei principali sono disposti per creare uno spazio living centrale flessibile.

Gestione

- Manutenibilità: elevata grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
- Durabilità: buona, per la resistenza dei materiali (legno, acciaio, isolanti).
- Riciclo: buono; la gran parte dei componenti consente il riuso dopo il disassemblaggio.

Benessere

- Illuminazione: ottimale per l'utilizzo dei doppi vetri con celle fotovoltaiche che creano ombra, favorita anche dall'uso di tende.
- Isolamento termico: elevato, tramite l'impiego di involucro performante e pannelli in legno.

FONTI

- Sanchez S. V., Solar Decathlon Europe 2012. Improving energy efficiency, Imprenta Kadmos, Spagna, 2013.
- sito web dedicato

DATI GENERALI

Progettisti: Andaluca Team

Anno: 2009 - 2012

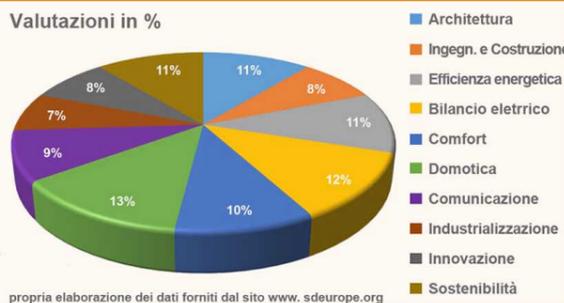
Costi

- di costruzione 500.000 €
- stimati di p. industrializzata 150.000 €

Dimensioni di progetto

Superficie netta: 69,6 m²

Volume: 128,7 m³



CONTESTO

Il prototipo rilegge, in chiave prefabbricata, alcuni caratteri fondamentali dell'abitare Mediterraneo. Il patio, anche nelle case della tradizione andalusa, rappresenta il cosiddetto "focolare domestico", il centro della casa, come luogo con differenti funzioni e di connessione tra interno/esterno che influenza le condizioni di comfort. Nel patio è possibile generare le condizioni migliori di comfort: modulare la luce, l'ombra, l'umidità, la temperatura, l'acustica, ecc.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitative modulari
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

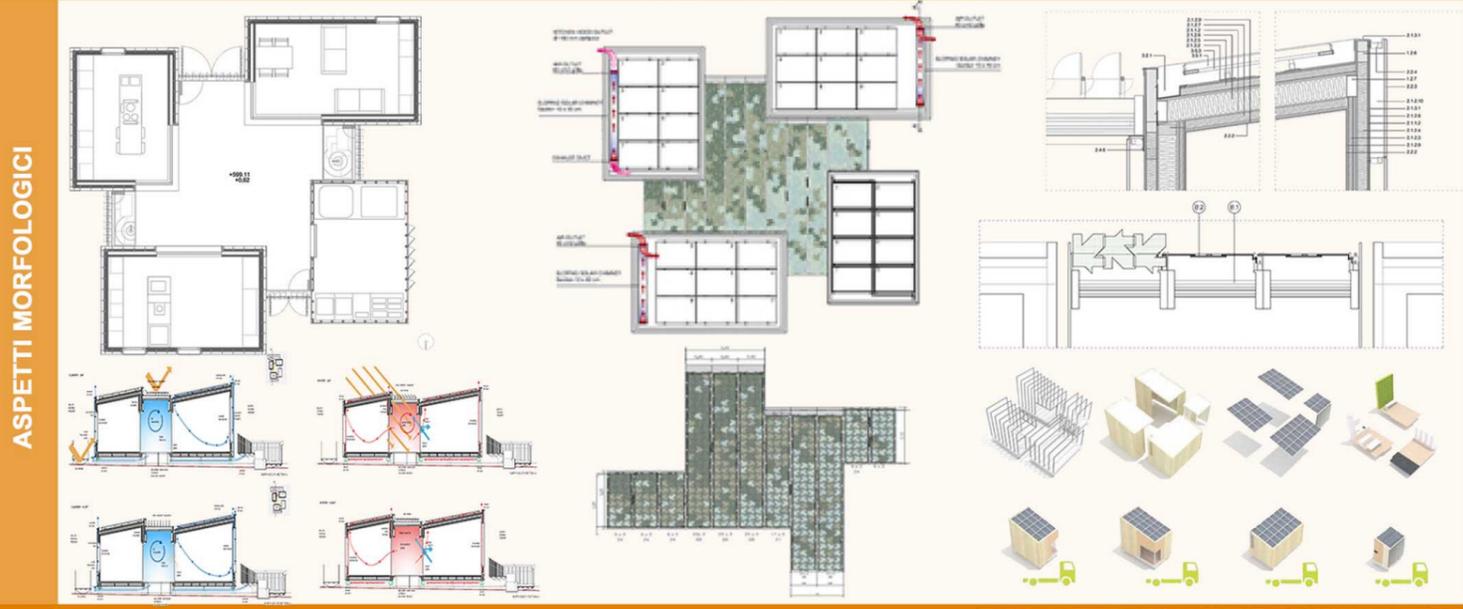
TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Le travi perimetrali e i travetti della copertura sono in legno, di eguale sezione (70x140mm). L'interasse dei travetti (40 cm) coincide con la distribuzione dei supporti per creare arcate equidistanti. Su di essi sono posti i pannelli sandwich, di 79 mm di spessore, costituiti da due pannelli di legno ed isolanti; segue poi la struttura metallica per l'alloggiamento dei pannelli ibridi, nei moduli cucina, living, camera; invece, la copertura del patio prevede l'utilizzo di un'intelaiatura in alluminio (235+20) x 60 mm, per l'alloggiamento delle "foglie" dipinte con vernici fotocatalitiche.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Adattivo - inseguimento solare.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema è dotato di sistemi di approvvigionamento energetico autonomi.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è connesso alle reti di urbanizzazione.
IMPIANTI	Pannelli solari; pannelli ibridi; pannelli fotovoltaici.



GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari ne consentono un facile stoccaggio.	E' necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari facilita il trasporto in loco.	Tir, autocarri, ecc..
ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi.	Avvitatori; perforatrici, smerigliatrice, sega circolare.
TEMPISTICA	12 giorni per l'assemblaggio delle strutture e dei componenti: dalla preparazione del sito, all'assemblaggio delle strutture lignee, dei moduli cucina/wc, della struttura metallica, copertura, impianti.	
LOGISTICA	Il sistema implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale di facile reperibilità, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari o dalla necessità di trasporti di materiali onerosi; tuttavia, possono essere modificate alcune scelte progettuali in base alle tradizioni industriali del luogo, previa valutazione con i progettisti.	

BREVE DESCRIZIONE

Il progetto mira alla personalizzazione della casa da parte dell'utente. Grazie alla massima prefabbricazione dei componenti, prevede 4 moduli abitativi aggregabili, permettendo di definire uno spazio variabile che ruota attorno al patio centrale. Questo è uno spazio intermedio, coperto da un pergolato, che viene utilizzato per la regolazione termica e la generazione di energia. Si tratta, infatti, di un "cortile tecnologico", che utilizza le nuove tecnologie (motori di movimento, sistema domotico di controllo, ecc.) e che sviluppa i concetti tradizionali del raffreddamento passivo e del comfort spaziale della casa mediterranea. Nel patio, la combinazione di due elementi sovrapposti permette di regolare i rapporti di luce e ventilazione in inverno ed estate: l'involucro vetrato regolabile e le persiane orientabili su di esso. I tetti dei singoli moduli hanno un'inclinazione adatta ad integrare impianti solari. I moduli base sono: m. cucina, m. soggiorno, m. camera da letto con servizio igienico, m. locale tecnico e ripostiglio. Sono previste delle isole tecnologiche, che seguendo il concetto di integrazione, contengono tutti gli elementi necessari all'espletamento delle normali funzioni e, slegate dai muri, possono essere collocate ovunque. Sono stati privilegiati materiali tradizionali, tra cui la ceramica e il legno per il rivestimento e la struttura dei moduli.



ASPETTI ESIGENZIALI - PRESTAZIONALI

Fruibilità

- Flessibilità dimensionale: il sistema, modulare, si presta a un numero elevato di conformazioni spaziali.
- Flessibilità funzionale: il movimento rotazionale della struttura consente di ampliare e adattare gli spazi in base alle necessità d'impiego.

Gestione

- Manutenibilità: elevata grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
- Durabilità: Media, per la resistenza dei materiali (legno, acciaio, isolanti, sughero).
- Riciclo: elevato; la grand parte dei componenti consentono un riuso dopo il disassemblaggio.

Benessere

- Illuminazione: ottimale per l'utilizzo dei brise-soleil e la copertura mobile
- Isolamento termico: elevato, grazie all'impiego di

FONTI

- Sanchez S. V., Solar Decathlon Europe 2012. Improving energy efficiency, Imprenta Kadmos, Spagna, 2013.
- siti web dedicati

DATI GENERALI	Progettisti: Rocio Romero Anno: 2002 - ad oggi	Il nome dei modelli, LV, deriva dal luogo di costruzione del primo progetto, realizzato a Laguna Verde, in Cile. Ad oggi, sono state acquistate diverse centinaia di kit LV. L'attuale sede è in Missouri, Stati Uniti.		
	Costi <ul style="list-style-type: none"> di costruzione 36,500 \$ + spese di spedizione internazionale 5,000 \$ - 16,000\$ 			
	Dimensioni di progetto Superficie netta: da 65 m ² , 125 m ² e 160 m ²			

CONTESTO
 Il progetto prevede un kit di parti prefabbricate che compongono il guscio esterno della LV Home. La casa utilizza materiali e tecniche di costruzione tradizionali, in modo che qualsiasi committente può costruirne uno. Inoltre, in base al contesto in cui la casa viene montata, il committente può definire le caratteristiche di involucro opportune, tuttavia il costo di tali modifiche e implementazioni è scorporato da quello di listino.

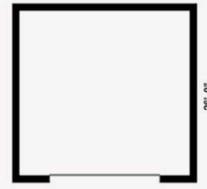
IDENTIFICAZIONE	TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
		sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
	TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
	CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE	TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
	ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE	TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
------------------------------	------------------------------	---------	-------	-------

SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura
 Il sistema costruttivo adotta principalmente il legno sia per i tamponamenti esterni (rivestiti con pannelli metallici) sia per la struttura principale. La copertura è realizzata con travi in legno lamellare, connettori Simpson, blocchi e pannelli isolanti. La pendenza è di circa 1,30 cm che devia l'acqua verso i due pluviali nascosti all'interno dei pannelli delle pareti.

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI	INSERIMENTO NEL CONTESTO	Indifferente da un punto di vista estetico; tuttavia, la pendenza della copertura e lo spessore di isolamento della stessa e delle pareti può variare in funzione della localizzazione finale.
	AUTONOMIA ENERGETICA	Il manufatto è dotato di sistemi di approvvigionamento energetico autonomi.
	CONNESSIONE ALLE RETI	La casa può essere connessa alle reti di urbanizzazione, ma è anche predisposta al funzionamento off-grid.
	IMPIANTI	E' possibile installare pannelli fotovoltaici, pannelli solari, utilizzare sistemi di raccolta delle acque.

ASPETTI MORFOLOGICI		1344 sq. ft. starting at \$36,500 	LVG: 693 sq. ft. starting at \$22,000 
		1669 sq. ft. starting at \$43,000 	LVM: 693 sq. ft. starting at \$25,500 

GESTIONE OPERATIVA		aspetti generali	strumenti e mezzi
	STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari e i sistemi prefabbricati consentono un facile stoccaggio.	Per i tempi utili di preparazione del sito è necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
	TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari e prefabbricati facilita il trasporto in loco.	Camion, container, tir, etc..
	ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi.	Avvitatori; perforatrici, smerigliatrice, sega circolare.
	TEMPISTICA	30 giorni dopo l'ordine per avere il kit. I tempi di assemblaggio delle strutture e dei componenti, dipendono dalle tempistiche burocratiche di rilascio dei permessi (che possono essere richiesti con i documenti ricevuti) e dalla scelta del tipo di fondazione.	
	LOGISTICA	Il sistema implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale di facile reperibilità, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari. Trattandosi inoltre di un sistema di casa kit, tutti i componenti arrivano nell'area di sedime pronti per essere assemblati.	

BREVE DESCRIZIONE
 Le case sono progettate per essere accessibili, facilmente costruibili, e altamente personalizzabili. E' una struttura che celebra il vetro, l'acciaio e la luce. Il materiale maggiormente utilizzato per il sistema strutturale è il legno. Il sistema strutturale permette, infatti, di creare grandi spazi aperti, con una larghezza fino a 8 m di luce, per favorire la ventilazione e l'illuminazione naturale, ed una lunghezza variabile. L'accuratezza delle linee è garantita sia da un'attento ridisegno delle soluzioni tradizionali, così che ad esempio la gronda esterna è nascosta all'interno della parete finita, e sia dall'uso di pannelli metallici in acciaio rivestiti da una lega alluminio-zinco, che nascondono gli elementi di fissaggio. Spazi di servizio quali cucina, bagni, ripostiglio, ed eventuali scale, occupano la parte posteriore dei moduli. Le case sono progettate per essere energeticamente efficienti; la realizzazione di pareti e tetto molto spessi permettono di avere alti livelli di isolamento. Il sistema prefabbricato dei componenti permette la spedizione fino a quattro case kit in un solo camion, così da ridurre anche le emissioni inquinanti dovute ai trasporti. Le case sono, inoltre, progettate per sistemi off-grid o che utilizzano energia solare, riscaldamenti radianti, sistemi di recupero acque. La serie LV include anche moduli aggiuntivi aggregabili, come elementi a torre, due piani e cortili.



ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI
Fruibilità
 Flessibilità dimensionale: il sistema, modulare, si presta a un numero elevato di conformazioni spaziali.
 Flessibilità funzionale: ridotta, la divisione degli spazi è definita al momento dell'acquisto.
Gestione
 Manutenibilità: buona, grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
 Durabilità: elevata, per la resistenza dei materiali (legno, acciaio, isolanti).
 Riciclo: media, solo alcuni componenti consentono un riuso dopo il disassemblaggio.
Benessere
 Illuminazione: ottimale, in zone in cui è privilegiato l'approvvigionamento di calore grazie alle ampie vetrate; discreta, in zone in cui sono necessari sistemi di schermatura (l'attuale catalogo non prevede a priori una scelta di brise-soleil o sistemi oscuranti).
 Isolamento termico: elevato

FONTI
 - sito web dedicato - www.rociromero.com
 - materiale informativo

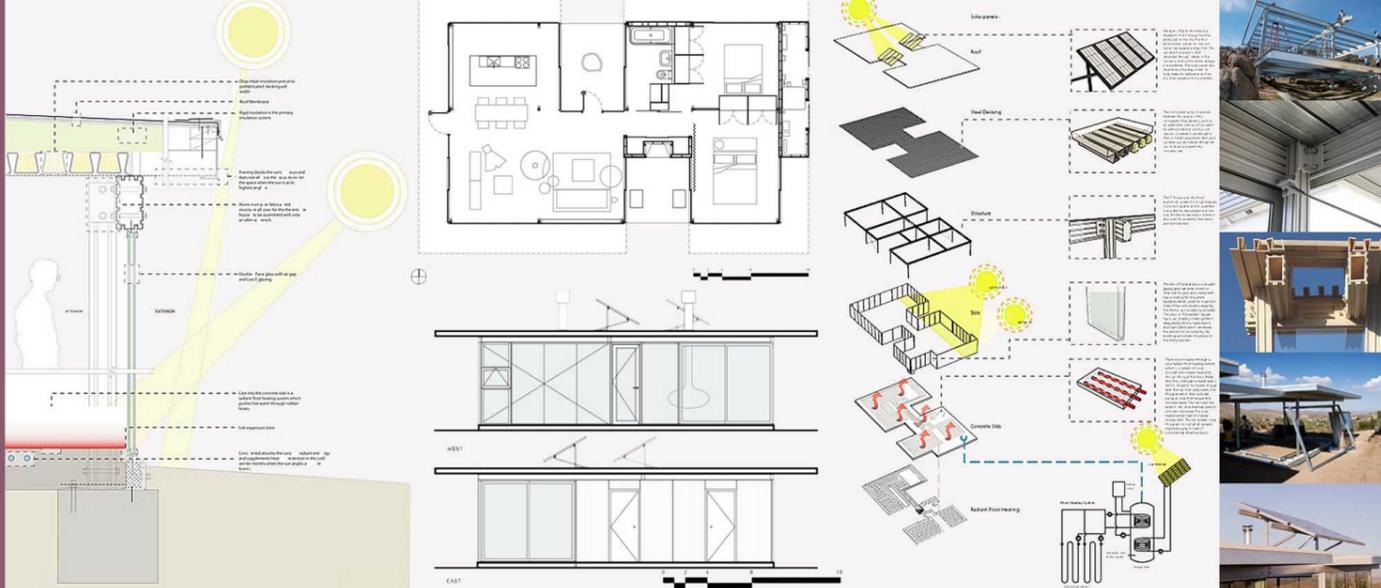
DATI GENERALI	<p>Progettisti: Taalman Koch Architects</p> <p>Anno: 2007 - ad oggi</p>	<p>L'itHouse è nata originariamente con la volontà di sperimentare un modello abitativo minimo ed ecologico che potesse testare la possibilità di vivere e costruire la lagrezza nel deserto del Joshua Tree National Park.</p> 
	<p>Costi</p> <ul style="list-style-type: none"> di costruzione da 150 \$ mq + spese di spedizione 	
	<p>Dimensioni di progetto</p> <p>Superficie netta: da 18 m², 75 m² e 110 m²</p>	

CONTESTO

Il progetto della itHouse è concepito per massimizzare il rapporto tra l'occupante al paesaggio circostante, con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto della costruzione e delle condizioni del sito. La progettazione è attenta all'orientamento finale dell'abitazione, per sfruttare inoltre la ventilazione del sito.

IDENTIFICAZIONE	TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
		sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
	TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
	CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

ASPETTI MORFOLOGICI



BREVE DESCRIZIONE

La itHouse è un sistema di progettazione sviluppato con una serie di componenti prefabbricati off site per controllare il ciclo produttivo dai rifiuti, alle fasi delle lavorazioni, nonché la qualità del prodotto finito. E' concepita come una piccola casa ad un piano, aperto, e con pareti di vetro.

Si tratta di una casa personalizzabile realizzata con materiali sostenibili fabbricati off-site con precisione e rapidamente assemblabili in loco. Può essere completamente off-grid, generando la propria energia termica attraverso il riscaldamento e il raffreddamento passivo, l'orientamento e la ventilazione trasversale, il riscaldamento a pavimento radiante, l'uso di impianti solari fotovoltaici e pannelli termici.

Data la leggerezza e la semplicità di montaggio, la casa può essere costruita in siti anche difficili. Inoltre, il processo di costruzione consente di conservare le caratteristiche naturali del sito.

Il pacchetto base conta due camere da letto, un bagno, una doppia corte per una superficie totale di circa 110 mq.

I componenti essenziali del pacchetto itHouse sono: il telaio in alluminio, sia per la struttura e che per il telaio dei muri, un tetto in acciaio, il sistema di telai in alluminio vetriati. Tutti i componenti sono fabbricati e finiti in fabbrica e assemblati in loco utilizzando le minime strumentazioni - infatti tutte le connessioni sono avvitate, non c'è nessuna saldatura.



PRODUZIONE	TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
	ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE	TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
	SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Il sistema costruttivo adotta principalmente colonne e travi in alluminio collegate da angolari in alluminio, bulloni in acciaio, cavi di controventatura e, per i tamponamenti esterni pannelli in fibre di cemento e legno. La copertura in acciaio arriva in sito completa delle travi, dell'isolamento acustico e con gli alloggiamenti per gli apparecchi da incasso a soffitto.. L'installazione consiste nell'appoggio sulle travi in alluminio e avvitamento successivo.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI	INSERIMENTO NEL CONTESTO	Indifferente da un punto di vista estetico; tuttavia, lo spessore di isolamento della copertura e delle chiusure verticali opache può variare in funzione della localizzazione finale.
	AUTONOMIA ENERGETICA	Il manufatto può essere dotato di sistemi di approvvigionamento energetico
	CONNESSIONE ALLE RETI	La casa può essere connessa alle reti di urbanizzazione, ma è anche predisposta al funzionamento off-grid.
	IMPIANTI	E' possibile installare pannelli fotovoltaici, pannelli solari, pannelli radianti.

GESTIONE OPERATIVA		aspetti generali	strumenti e mezzi
	STOCCAGGIO	Le dimensioni modulari e i sistemi prefabbricati consentono un facile stoccaggio.	Per i tempi utili di preparazione del sito è necessario predisporre strutture per la protezione dei materiali dagli agenti atmosferici.
	TRASPORTO	L'impiego di elementi modulari e prefabbricati facilita il trasporto in loco.	Camion, container, tir, etc..
	ASSEMBLAGGIO	Le parti principali dell'edificio sono realizzate attraverso la giunzione a secco degli elementi, avvitamento.	Avvitatori; chiave a tubo, livella.
	TEMPISTICA	non specifici. I tempi di assemblaggio delle strutture e dei componenti sono ridotti grazie al sistema di elementi in alluminio e acciaio da assemblare sul posto con fissaggi meccanici e collegamenti a vite. Manodopera non specializzata e piccola squadra.	
LOGISTICA	Il sistema implica l'utilizzo di materiali di derivazione industriale di facile reperibilità, svincolando la realizzazione dell'opera dalla presenza in loco di strutture produttive particolari o dalla necessità di trasporti di materiali onerosi; inoltre il sistema leggero utilizzato permette di ridurre i tempi e i costi di spedizione, oltre che una gestione in loco più semplice.		

ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI

Fruibilità

- Flessibilità dimensionale: il sistema, modulare, si presta a un numero elevato di conformazioni spaziali.
- Flessibilità funzionale: ridotta, la divisione degli spazi è definita al momento dell'acquisto.

Gestione

- Manutenibilità: buona, grazie all'utilizzo di tecniche di assemblaggio a secco che facilitano la sostituzione o riparazione dei componenti.
- Durabilità: elevata, per la resistenza dei materiali (legno, acciaio, alluminio, isolanti).
- Riciclo: buona, la maggior parte dei componenti consentono il riuso dopo il disassemblaggio.

Benessere

- Illuminazione: ottimale, in tutte le zone è privilegiato l'approvvigionamento di calore grazie ad ampie vetrate; le modalità di oscuramento sono garantite solo da tende oscuranti.
- Isolamento termico: buono.

FONTI

- <http://tkithouse.com> - <http://archinect.com/people/project/14044478/it-house/14048113>
- materiale informativo

DATI GENERALI

Progettisti: Spadolini P.L.
Anno: 1982
Costi [non disponibile
Dimensioni di progetto Variabile da 44,54 m ² a 66 m ²

Il prototipo è stato realizzato su committenza di EDILPRO, una società di IRI-ITALSTAT. I moduli realizzati, dopo anni di stoccaggio, furono spediti in Armenia, a Spitak, nel 1989, per soccorrere le popolazioni colpite dal terremoto. Dopo anni, i moduli non hanno presentato particolari segni di degrado provocati da usura o agenti atmosferici.



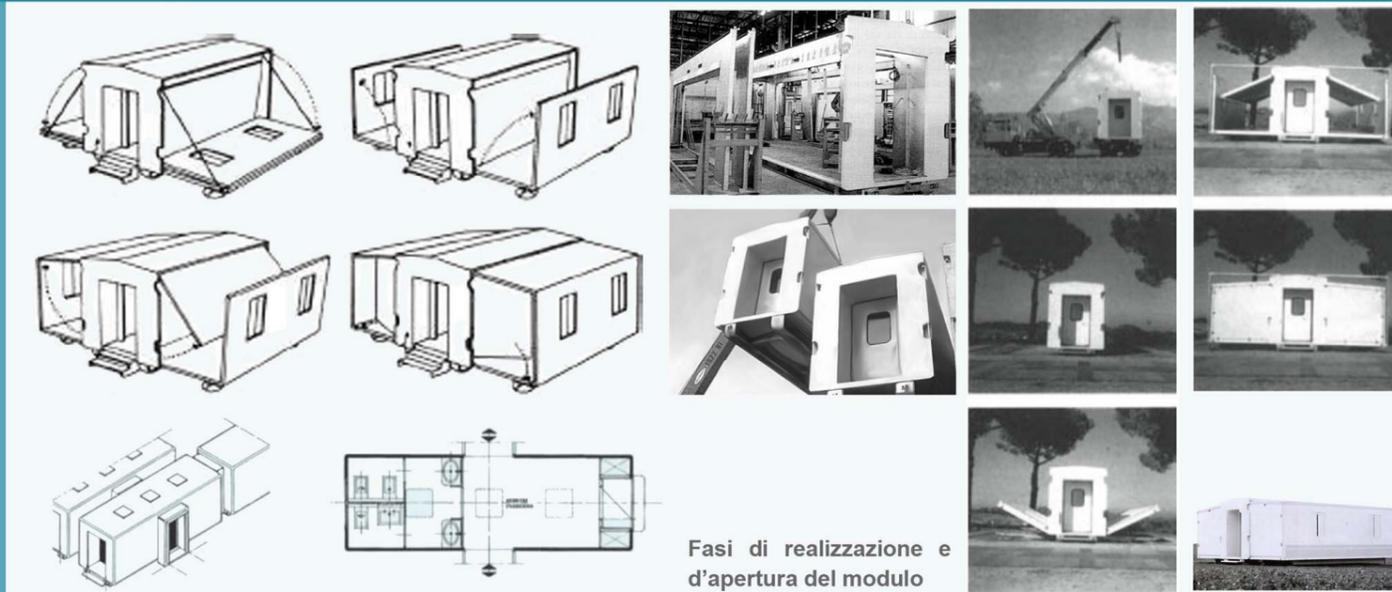
CONTESTO

Non rilevante in quanto rappresentano sistemi idonei per l'intervento di emergenza.

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

ASPETTI MORFOLOGICI



BREVE DESCRIZIONE

Lo scopo del progetto è la realizzazione di una unità abitativa tecnologica, sviluppata in funzione della trasportabilità e delle variabili di assetto. Lo studio è rivolto a semplificare le fasi di realizzazione di insediamenti provvisori, fino ad allora complesse. I problemi relativi alla trasportabilità si sono tradotti nella configurazione tipologica che contempla un volume compatto con distribuzione assiale, e materiali leggeri, ossia materie plastiche estruse. Il progetto consiste principalmente nella realizzazione di un modulo pluriuso (MPL) di pronto intervento, con caratteri di recuperabilità, attrezzabilità, trasportabilità e adattività. Il modulo, facilmente montabile e ampliabile con pareti divisorie che ruotano attorno ad un sistema di cerniere, può essere aperto e triplicato nel volume fino ad arrivare ad una superficie che può variare da 44,54 mq a 66 mq. Tali moduli possono essere collegati con altri di connessione (MCO) e con moduli di servizio (MSS) per l'approvvigionamento energetico, contenenti i generatori elettrici, i serbatoi, le centraline, i potabilizzatori. L'aggregabilità del modulo non consente forme complesse ma unità abitative reiterabili nella morfologia. Tutti i moduli sono dotati di blocchi bagno, cucina e armadio tecnico. I moduli consentono di essere impiegati per destinazioni d'uso differenti, da alloggi a scuole, da infermerie a strutture per la mensa o coordinamento.

PRODUZIONE

TIPOLOGIA	sistema aperto	sistema chiuso
ESECUZIONE	in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco	umida	mista
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Ad Elementi: Telaio orizzontale in profilati metallici. Telai trasversali e verticali in lamiera d'acciaio. Tutti i pannelli dell'involucro, compresa la copertura, sono composti da: profili in vetroresina, cantonali di raccordo in policarbonato semiespanso, pannelli tipo sandwich di due lastre di resina poliesteri con fibra di vetro ed isolante.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Adattivo - variabile. Il sistema è concepito per essere immesso in ogni tipologia di contesto.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema utilizza moduli di servizio MSS per l'approvvigionamento energetico, funzionanti con motrici.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è concepito anche per funzionare in caso di mancata connessione alle reti idriche sanitarie.
IMPIANTI	Sono riferibili solo ai servizi igienici e di cottura.

GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Il sistema è impilabile e resistente.	Sono necessari macchinari per il sollevamento dei moduli.
TRASPORTO	Funziona come un container abitativo, implementabile dopo installazione.	Il sistema ha dimensione e funzione di container, e ne segue le logiche.
ASSEMBLAGGIO	Il sistema necessita solo di interventi di integrazione del modulo con i componenti interni variabili.	Non sono necessarie particolari mezzi e strumenti.
TEMPISTICA	20 minuti per l'installazione e completamento delle finiture, sono necessarie 3 unità, anche di manodopera non specializzata. Inoltre, è facilitata la movimentazione perchè sfrutta materiali leggeri.	
LOGISTICA	Il sistema è prefabbricato ed è stato ideato per essere prodotto con ingenti quantitativi da stoccare in attesa della domanda.	

ASPETTI ESIGENZIALI - PRESTAZIONALI

Fruibilità
 Flessibilità dimensionale: il sistema si presta all'iterazione del modulo per disporre di superfici variabili in base al numero di persone.
 Flessibilità funzionale: aggregabilità di più moduli tramite moduli di servizio.
Gestione
 Manutenibilità: media, tramite sostituzione delle parti e/o riparazione.
 Rapidità di installazione
 Facilità di stoccaggio
 Riciclo: alto, riuso totale del modulo.
Benessere
 Illuminazione: scarsa.
 Isolamento termico: buono, tenuta all'acqua e l'aria dei serramenti.
Sicurezza
 Resistenza meccanica sia a carichi di esercizio che atmosferici
 Resistenza agli urti.

FONTI

Falasca C. C., Architetture ad assetto variabile, Alinea Editrice, Firenze, 2000.

DATI GENERALI

Progettisti: Buttinghausen, Varela, Godoy Vega, Zenteno, Cornejo, Garate Rodriguez .

Anno: 2000

Costi [non disponibile

Dimensioni di progetto
Variabile da 44,54 m² a 66 m²

Il prototipo è stato realizzato su committenza della Facoltà di Architettura e Belle Arti dell'Università Centrale del Cile a Santiago. Le motivazioni di tali sperimentazioni sono fornite dalla necessità di modificare il paesaggio delle megalopoli in cui aree dismesse sono state occupate da manufatti realizzati con materiali eterogenei e non performanti.



CONTESTO

Il sistema rappresenta una soluzione idonea per la prima accoglienza per i senza casa, risponde quindi a problemi relativi al rischio sociale; tuttavia è pensato anche come sistema per altre destinazioni d'uso quali, chioschi per feste, alloggi temporanei, considerati come "parassiti architettonici".

IDENTIFICAZIONE

TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
	sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitativa modulare
TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
CATEGORIA	unità abitativa	unità per attività	unità per l'emergenza	altro

PRODUZIONE

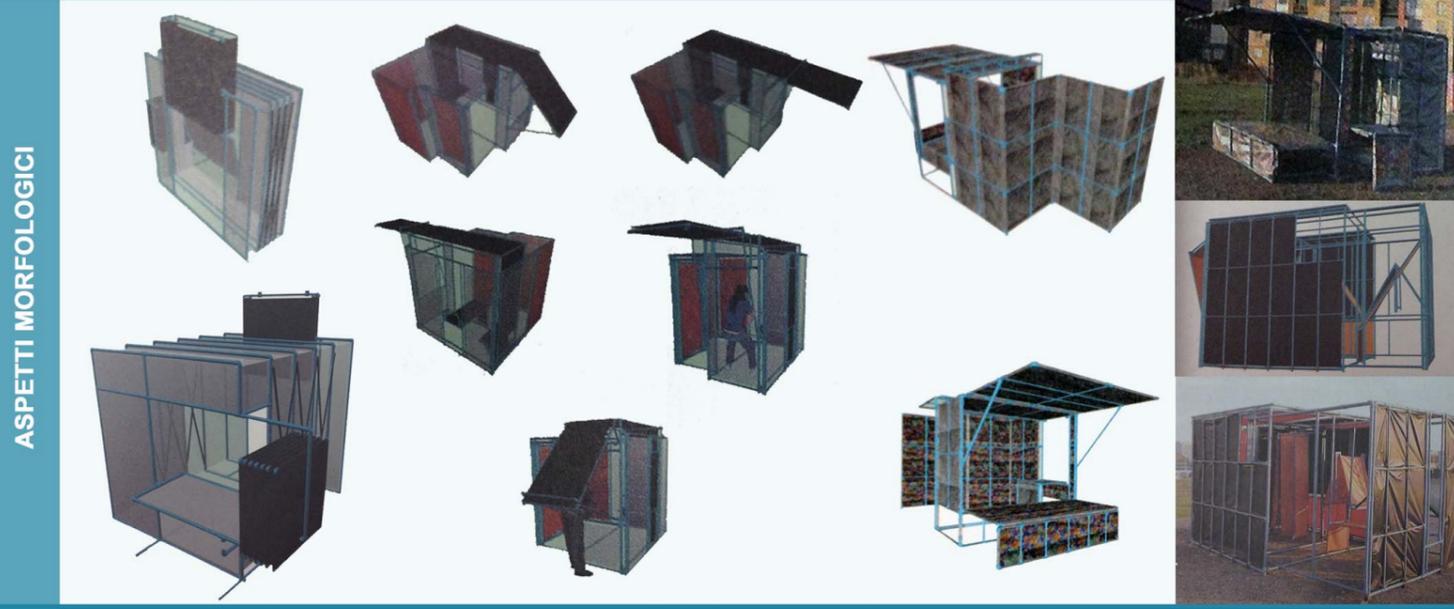
TIPOLOGIA	sistema aperto	 sistema chiuso
ESECUZIONE	 in officina	in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	 a secco	umida	mista
SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Ad Elementi: Tubolari metallici. Tutte le partizioni del manufatto, compresa la copertura, sono composte da: elementi di irrigidimento in tubolari, connessi attraverso snodi di materiale plastico, ai cui sono agganciate, in base alle esigenze funzionali, lastre di plastica trasparente, fogli di poliestere, velcro e stoffe impermeabili.		

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI

INSERIMENTO NEL CONTESTO	Adattivo - variabile. Il sistema è concepito per essere immesso in ogni tipologia di contesto. Inoltre, è stato sviluppato con l'intento di ridurre tutte le lavorazioni che potrebbero comportare un impatto negativo sul territorio circostante.
AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema non utilizza strumenti integrati di approvvigionamento energetico.
CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è concepito anche per essere collegato alle reti infrastrutturali esistenti.
IMPIANTI	Non è provvisto di dotazione impiantistica.



GESTIONE OPERATIVA

	aspetti generali	strumenti e mezzi
STOCCAGGIO	Modalità differenti in base al prodotto finale (pre-assemblato o da assemblare).	Se pre-assemblato, può essere stoccato negli stessi container di trasporto. Se da assemblare, sono necessarie strutture di deposito.
TRASPORTO	Compatibile dimensionalmente a container, trasportabili su strada e ferrovia.	Container.
ASSEMBLAGGIO	Il sistema utilizza elementi di raccordo di tipo idraulico, ossia elementi tubolari metallici, ed elementi tessili per i tamponamenti.	Manodopera non specializzata.
TEMPISTICA	non stimati: ma il sistema di assemblaggio semplice consente di prevedere tempi di costruzione molto ridotti.	
LOGISTICA	Il sistema, semplice e veloce, consente il trasporto di più unità smontate con mezzi compatibili dimensionalmente con le reti viarie disponibili. Inoltre, essendo un sistema leggero è possibile trasportarlo direttamente in sito laddove non esistono spazi per lo stoccaggio; si presta all'autocostruzione ed anche i materiali sono di facile reperimento.	

BREVE DESCRIZIONE

I prototipi d'emergenza sono stati sviluppati nell'ambito di un corso di progettazione. I cinque moduli utilizzano materiali allo stato grezzo: da tubi e snodi di plastica per condutture idrauliche impiegate per la realizzazione dello scheletro smontabile, al quale sono applicate le lastre di plastica trasparente, stoffe impermeabili fissate con lacci di velcro e anelli.

I movimenti delle varie partiture dei moduli consentono differenti articolazioni spaziali e d'uso.

Se i componenti sono da assemblare, gli stessi possono essere trasportati in loco e movimentati dalla manodopera impiegata nella fase di montaggio.

Il manufatto è sopraelevato tramite elementi tubolari che devono essere posti su piattaforme.

Si presta alla possibilità di adattamento delle logiche costruttive a materiali differenti e di facile reperimento locale. Inoltre, grazie all'uso di tecniche di assemblaggio a secco, i materiali, se non deformati o danneggiati, possono essere recuperati.

ASPETTI ESIGENZIALI- PRESTAZIONALI

Fruibilità
Flessibilità dimensionale: il sistema è modulare.
Flessibilità funzionale: sfrutta la prefabbricazione per favorire la velocità ed aggregabilità di più moduli.

Gestione
Rapidità di installazione
Riciclo: medio-alta, riuso parziale del modulo.

Benessere
Illuminazione: buona.
Isolamento termico: scarso nei climi freddi e temperati, buono nei climi caldi.
Qualità dell'aria: buona ventilazione delle pareti e della copertura.

Sicurezza
Scarso, perchè non è stato sviluppato in funzione di rischi sismici o calamità, ma solo come primo riparo ai senza casa.

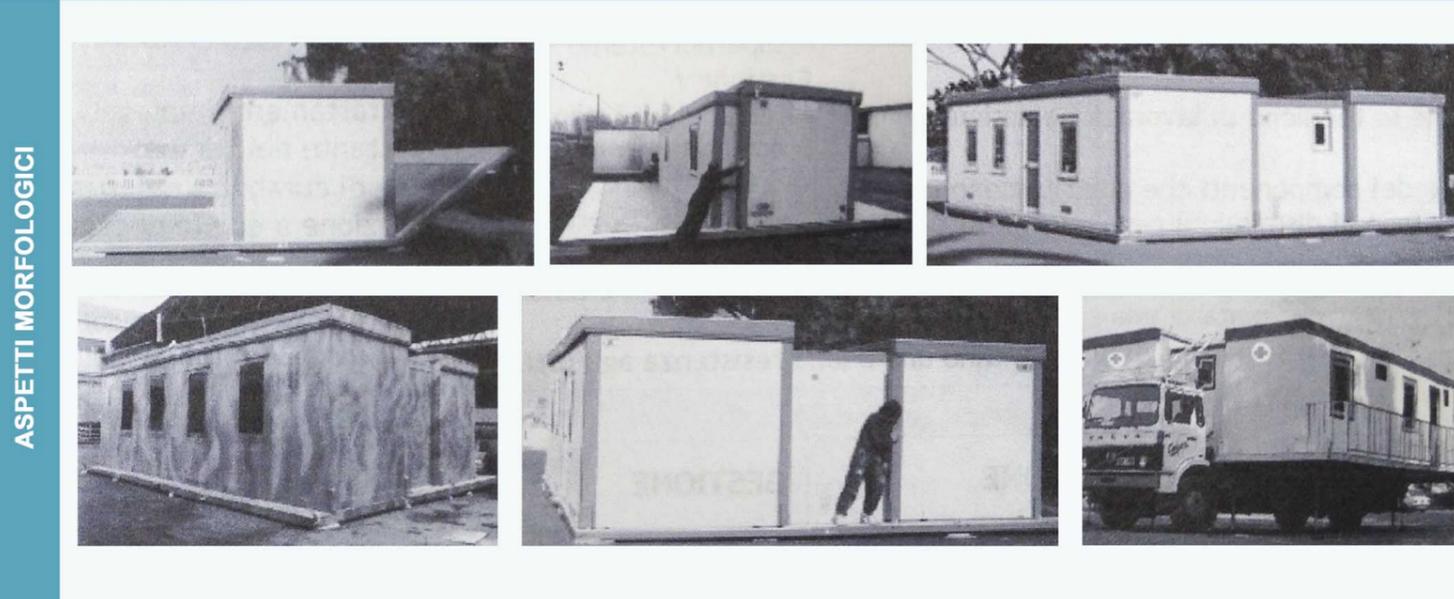
FONTI

Abitare n°421, 2002/2003

DATI GENERALI	Progettisti: New House S.p.A.	Il prototipo è prodotto da New House S.p.A. per destinazioni d'uso abitative o per servizi. 
	Anno: -	
	Costi } certezza del dato non disponibile, si stima molto basso.	
Dimensioni di progetto		
h. interna max. 2,74 m		

CONTESTO
Non rilevante in quanto rappresenta sistemi idonei per l'intervento di emergenza.

IDENTIFICAZIONE	TIPOLOGIA	unità abitative stabili	unità abitative mobili	unità containerizzate	prefabbricati leggeri
		sistemi edilizi ad unità preassemblate	sistemi edilizi a moduli espandibili	moduli e componenti di servizio	unità abitative modulari
	TIPO	progetti	prodotti	prototipo	
	CATEGORIA	unità abitativa permanente	unità per attività	unità per l'emergenza	altro



BREVE DESCRIZIONE

Il sistema sfrutta la prefabbricazione modulare per definire unità di emergenza per intervenire con la massima tempestività. Il modulo permette la sovrapposibilità di più unità, conferendo al sistema un elevato grado di flessibilità. La possibilità, infatti, di aggregare i moduli espandibili rende il sistema adatto a vari usi: abitativo, militare, ospedaliero. Il sistema non consente processi di adeguamento prestazionale in fase di produzione. La modularità delle unità, fornisce soluzioni idonee per ottenere ampi spazi vivibili e confortevoli con svariate metrature e configurazioni. Gli isolamenti realizzati con pannelli coibentanti assieme a serramenti in PVC a taglio termico, consentono di raggiungere un perfetto isolamento che viene ottimizzato dalla presenza di impianti di raffrescamento e riscaldamento. L'installazione del modulo prevede la predisposizione della superficie di base, il trasferimento dal mezzo di trasporto all'area di sedime, abbassamento delle superfici laterali del modulo, sollevamento delle sezioni mobili esterne, incorporate nella sezione centrale, attraverso ruote, allaccio degli impianti.

Le tecniche di assemblaggio consentono la possibilità di riuso di alcune parti, sia della struttura che dei tamponamenti.

PRODUZIONE	TIPOLOGIA	sistema aperto sistema chiuso
	ESECUZIONE	in officina in loco

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE	TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	a secco umida mista
	SISTEMA COSTRUTTIVO Focus Copertura	Ad Elementi: Profili metallici in alluminio. COPERTURA: piana. Realizzata in pannelli sandwich costituiti da due lastre di lamiera di alluminio di 15 mm, con interposto lo strato isolante in poliuretano espanso di 100 mm.

ASPETTI ENERGETICO - AMBIENTALI	INSERIMENTO NEL CONTESTO	non rilevante. Solo nel caso di sovrapposizione dei moduli fino a tre unità necessita di una base per l'installazione.
	AUTONOMIA ENERGETICA	Il sistema non prevede sistemi di approvvigionamento energetico autonomo.
	CONNESSIONE ALLE RETI	Il sistema è predisposto per l'allacciamento alle reti di urbanizzazione.
	IMPIANTI	E' previsto l'impianto di climatizzazione e impinato elettrico.

GESTIONE OPERATIVA		aspetti generali	strumenti e mezzi
	STOCCAGGIO	Il sistema è stoccabile già assemblato ma i moduli non sono sovrapposibili	Non necessita di aree relativamente grandi
	TRASPORTO	Funziona come un container abitativo.	Container
	ASSEMBLAGGIO	L'assemblaggio si completa in fabbrica.	Sono necessari mezzi di sollevamento ordinari: gru, elevatori.
	TEMPISTICA	1 ora per l'installazione e sono necessarie 2 unità per squadra.	
	LOGISTICA	Il sistema è prefabbricato ed è stato ideato per essere trasportato già assemblato.	

ASPETTI ESIGENZIALI - PRESTAZIONALI

Fruibilità
 Flessibilità dimensionale: il sistema si presta ad accogliere unità unifamiliari o plurifamiliari.
 Flessibilità funzionale: aggregabilità di più moduli espandibili.

Gestione
 Manutenibilità: limitata.
 Rapidità di installazione
 Durabilità: buona, per i materiali e le tecniche utilizzate.
 Riciclo: limitato; riuso delle parti in fase di dismissione.

Benessere
 Illuminazione: discreta.
 Isolamento termico: buono, grazie allo strato isolante e l'uso di termoconvettori.

Sicurezza
 Resistenza meccanica: buona, ma necessita di superfici di appoggi per aumentare la rigidità.
 Resistenza agli urti: buona

FONTI
- sito web dedicato: www.newhouse.it

2.2_ L'INTEGRAZIONE DI COMPONENTI PER UN TETTO ENERGETICAMENTE EFFICIENTE

Nell'ambito della progettazione architettonica, una delle tematiche spesso oggetto di discussione riguarda l'integrazione impiantistica sull'involucro di un manufatto, sia esso verticale od orizzontale.

In particolare, assume rilevanza la giusta integrazione con l'edificio di dispositivi tecnologici per il risparmio energetico: ciò richiede una configurazione appropriata frutto di un'equilibrata combinazione delle scelte funzionali, estetiche e tecniche orientate al soddisfacimento delle specifiche esigenze dell'utenza.

Un rilevante apporto al soddisfacimento del fabbisogno energetico, in fase di esercizio di un manufatto, è dato dai dispositivi di captazione energetica che, sfruttando la radiazione solare, permettono di ridurre l'approvvigionamento dalla rete di fornitura.

Sebbene, ancora oggi, l'utilizzo del pannello solare, termico e fotovoltaico⁵⁶ venga considerato, dalla quasi totalità degli addetti ai lavori e non, soltanto una componente impiantistica, quasi a ridurla a superfetazione tecnologica, c'è anche chi guarda con interesse all'impiego di tali dispositivi, affidando loro una qualità architettonica tesa allo sviluppo di una nuova idea di architettura basata sul principio della sostenibilità e con un particolare linguaggio architettonico in grado di manifestarne con efficacia l'alto grado di innovazione.

La soglia di attenzione si sposta, quindi, sull'impiego di impianti altamente tecnologici, che riletti come opportunità creativa, sono da relazionare alla forma degli edifici.

Un esempio interessante di installazione di fonti energetiche rinnovabili integrate all'edificio, viene fornito dalla copertura della Sala Nervi nella Città del Vaticano, a Roma: il progetto ha previsto la sostituzione delle tegole originali con tegole fotovoltaiche, sapientemente progettate così da avere a sud celle fotovoltaiche e a nord pannelli altamente riflettenti per aumentare la produttività dell'impianto (fig. 34).

Un'ottimale integrazione del fotovoltaico, ad esempio, pensato come strato funzionale, lo farà diventare un componente attivo dell'involucro edilizio. Consentirà, quindi, un equilibrio ed incontro tra la capacità produttiva energetica e la qualità estetica della struttura che lo contiene; inoltre, le caratteristiche fisiche che può presentare, quali la dimensione, la forma, il materiale, il colore, la struttura (soluzioni fisse o mobili ad inseguimento solare) concorrono all'unitarietà dell'immagine architettonica pensata e della soluzione tecnica.



fig. 34. Sala Nervi, vista della copertura.

⁵⁶ Esistono di due tipologie: impianti *grid-connect* (connessi ad una rete di distribuzione esistente) ed impianti *ad isola* o *stand-alone* (non connessi ad alcuna rete di distribuzione).

Nell'ambito dell'applicazione integrata nell'architettura si riconducono i sistemi fotovoltaici a due grandi apparati: i consueti sistemi rigidi e i più recenti, sistemi flessibili. Nella prima famiglia, rientrano i pannelli a base silicea mono o policristallina che difficilmente trovano applicazione come sistema di finitura e componente sostitutivo delle chiusure dell'edificio. I prodotti, invece, appartenenti alla seconda famiglia, sono sostanzialmente dei film sottili, flessibili, monodirezionali e spessi pochi millimetri. Entrambi i sistemi comportano alcuni vantaggi e svantaggi: se i primi garantiscono una maggiore resa prestazionale rispetto ai film flessibili, hanno tuttavia necessità di retro ventilazione; i film sottili, d'altro canto, non presentano la stessa capacità di tenuta ai carichi rispetto ai pannelli, ma garantiscono una maggiore efficienza in condizioni di luce diffusa e alle alte temperature, oltre alla possibilità di poterli sfruttare su superfici diversificate. Tali strisce di film fotovoltaico, sono molto leggere e di facile installazione, sono larghe circa mezzo metro e lunghe 5 metri, e riescono a produrre circa il 50% di energia in più rispetto ad un tradizionale pannello piano cristallino (fig. 35).

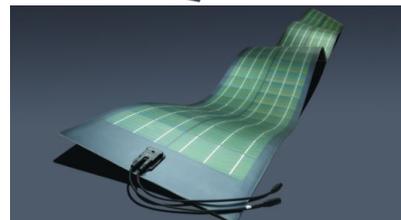


fig. 35. Film sottili fotovoltaici in silicio amorfo.

Tra le tecniche di integrazione del fotovoltaico alla forma costruttiva del manufatto rientrano *BIPV (Building Integrated PhotoVoltaics)* che si traducono in tre linee principali applicative: sostituzione del manto di copertura in modo che le celle fotovoltaiche risultino affogate in questo; fotovoltaici strutturali; film sottili, anche integrati ai manti di copertura (es. tegole, coppi) (fig.36).



Ragionamenti simili di integrazione possono essere adottati anche nel caso del solare termico⁵⁷, in cui il calore prodotto deriva dall'irraggiamento trasformato dai collettori (componente di captazione); è la tipologia di quest'ultimi a determinare o meno una gradevole integrazione. In questo caso, infatti, la soluzione di tubi sottovuoto⁵⁸, offre la possibilità di integrazione su parapetti o come sistemi schermanti; nonostante siano soggetti a rotture, hanno tuttavia un alto rendimento e risultano essere la soluzione migliore di

fig. 36. Tegole fotovoltaiche.

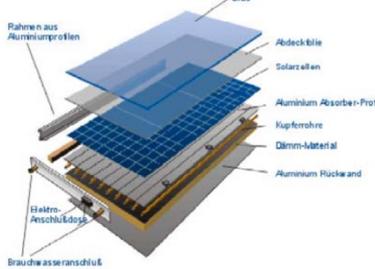
⁵⁷ Un impianto solare termico è composto generalmente da:

- o Uno o più collettori che cedono il calore prodotto dall'irraggiamento al fluido. In commercio si trovano diverse tipologie: dall'assorbitore sottovuoto alla semplice lastra scura percorsa da una serpentina.
- o Un serbatoio di accumulo del fluido.

Gli impianti che ne regolano il funzionamento possono essere di tre tipi:

- o A circolazione naturale, il più semplice ma difficilmente integrabile e meno efficiente a causa di una elevata dispersione termica (il fluido è l'acqua stessa, che riscaldandosi sale per convezione in un boiler, dal quale viene poi distribuito alle utenze domestiche).
- o A svuotamento, il cui vincolo risiede nella necessità di una pendenza minima tra il boiler e il collettore (l'impianto viene riempito solo quando è necessario, ossia se ha raggiunto la temperatura adatta si svuota, oppure in caso di assenza di sole non si riempie).
- o A circolazione forzata, nonostante abbia un consumo elettrico elevato a causa della pompa di funzionamento, è più efficiente perché data la posizione del boiler all'interno ha meno dispersioni termiche (è costituito da un pannello, una serpentina all'interno del boiler e i tubi di raccordo. Il funzionamento avviene tramite una pompa che permette la cessione del calore raccolto dal fluido alla serpentina).

⁵⁸ Il vuoto ricavato nei singoli tubi permette di eliminare quasi del tutto la dispersione di calore. Sono generalmente composti da tubi in vetro con assorbitore incorporato e con la chiusura terminale saldata a un tubo di raccolta.



figg. 37, 38. Sopra, facciata solare termica con tubi sottovuoto. Sotto, collettore ibrido.

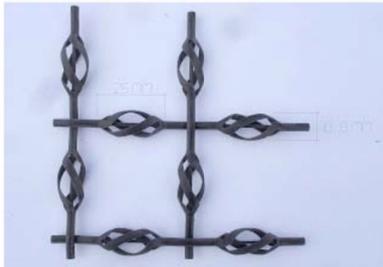
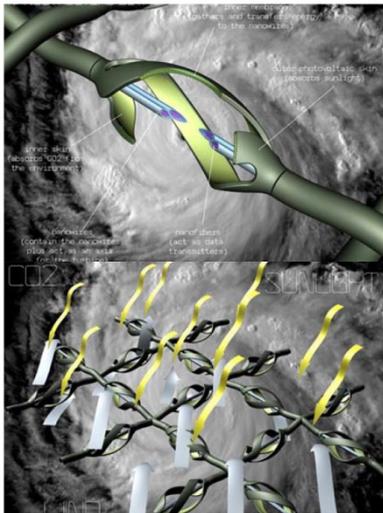


fig. 39. Ibrido eolico-fotovoltaico, nanotecnologie.

integrazione sull'involucro poiché i tubi, ruotando sul proprio asse possono essere installati secondo il migliore orientamento.⁵⁹ (fig. 37).

La migliore soluzione integrabile è costituita da pannelli contenenti una serpentina di tubi entro cui si muove il fluido termovettore e un piano di vetro selettivo per intercettare i raggi solari, con dimensioni di 1x1,6 m circa, alla stregua dei pannelli FV.

Un'altra soluzione impiantistica innovativa è definita dal tipo "ibrido" tra il solare termico e il fotovoltaico, la cui potenzialità è rappresentata dalla produzione integrata di calore ed elettricità. Tali sistemi presentano, però, dei limiti che vanno dall'applicazione consigliata per basse temperature, alla necessità di isolare elettricamente le celle fotovoltaiche dal circuito di raffreddamento, al rischio di delaminazione del sandwich fotovoltaico a causa della presenza del vetro che può produrre elevate temperature in caso di stagnazione. Si tratta di pannelli costituiti da moduli fotovoltaici posizionati sulla superficie assorbente di un collettore solare termico, che raffredda i moduli fotovoltaici. I sistemi ibridi si differenziano per: la tipologia di fluido utilizzato (aria, acqua), l'uso o meno di un vetro, o per tipologia tra collettori piani o a concentrazione (fig. 38).

Infine, anche gli aerogeneratori⁶⁰, ed in particolare il microeolico, possono essere oggetto di integrazione all'involucro. Il microeolico si riferisce ad impianti "portatili" capaci di fornire meno di 1 kW, sufficiente per il funzionamento di computer, ventilatori, lampade, ma non per alimentare resistenze elettriche. La ridotta dimensione dei sistemi permette di funzionare anche con regimi di venti inferiori a quelli normalmente utili per il funzionamento dei sistemi eolici tradizionali. I limiti posti dall'uso del minieolico su coperture, risiedono nelle problematiche legate alla resistenza di carico del tetto, alle vibrazioni, al rumore.

Il mercato produttivo attuale, presenta una quantità esaustiva di esempi, ma, senza dubbio, una delle proposte più interessanti è data dai sistemi ibridi, ancora sperimentali, tra sistema eolico, fotovoltaico e nanotecnologie. La microturbina è definita da una struttura la cui superficie (una sorta di pelle fotovoltaica organica) assorbe l'energia solare e trasferisce tramite nano-fibre e nano-fili l'energia ad una unità di conversione (fig. 39).

Alla luce di quanto sinora esposto, la questione dell'impatto visivo di interventi con tecnologie da fonti energetiche rinnovabili è rilevante, soprattutto in contesti sensibili come possono esserlo i centri urbani in

⁵⁹ Gaspari J., *Trasformare l'involucro: la strategia dell'addizione nel progetto di recupero*, EdicomEdizioni, Monfalcone, 2012, pag 94.

⁶⁰ Costituiti da un rotore ad elica su un sostegno a torre, il vento che causa la rotazione del rotore attorno al suo asse produce energia che può essere convertita in energia elettrica o sfruttata in energia cinetica.

cui vincoli di tipo ambientale, paesaggistico o monumentale ne limitano l'applicazione.

L'innovazione formale e funzionale richiesta trova, perciò, ampio respiro laddove la copertura non è più considerata solo come elemento posto a protezione passiva degli ambienti, bensì come modello che interagisce con componenti attivi ed impianti, tale da modificarsi gradualmente e progressivamente per influenzare positivamente i parametri di comfort e adattarsi alle esigenze dell'utente.

2.3_ CONCLUSIONI INTERMEDIE. Individuazione delle strategie e dei requisiti comuni

La lettura delle esperienze abitative nel settore delle costruzioni, nelle sue declinazioni dall'architettura vernacolare a quella contemporanea, pur suggerendo molteplici approcci e strategie, si configura come opportunità per l'individuazione degli aspetti trasversali alle diverse esperienze integrando requisiti comuni sostanziali all'esigenza del *produrre contemporaneo* secondo criteri di innovazione e di sostenibilità, nell'accezione più ampia del termine, da quella economica a quella energetica, di processo, ecc..

L'obiettivo ultimo di tali analisi è di comporre, prendendo a riferimento le normative UNI⁶¹, il quadro esigenziale⁶² che guida la definizione del progetto abitativo nonché le strategie e i componenti adottati, tale da supportare la definizione della classe di esigenze e dei requisiti principali, implementati inoltre dalle esperienze trattate nel successivo capitolo 3, a cui la proposta progettuale, oggetto della ricerca, vuole dare una risposta.

Facendo seguito a quanto sinora detto, si riportano nella Tab. 2, le classi di esigenza e i requisiti utili individuati:

⁶¹ Le normative UNI 8290-2:1983 e la normativa UNI 11277:2008

⁶² Le esigenze costituiscono l'esplicazione dei bisogni dell'utenza finale tenuto conto dei vincoli che l'ambiente naturale pone a quello costruito e la loro individuazione scaturisce dall'analisi dei bisogni da soddisfare confrontati con i fattori di tipo ambientale, culturale ed economico. Cfr. UNI 8289:1981 *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.*

QUADRO ESIGENZIALE			
Classe delle esigenze	Classe dei requisiti	Requisiti	Descrizione
Sistema aperto	Reperibilità delle risorse		Attitudine del sistema ad essere realizzato con risorse correnti
Compatibilità ambientale	Controllo dell'impatto ambientale	Sostenibilità delle risorse	Attitudine del sistema a ridurre l'impatto ambientale tramite l'uso di sistemi compatibili
Posa in opera/installazione	Rapidità di installazione		Attitudine del sistema a ridurre i tempi di assemblaggio
	Assemblabilità		Riduzione della complessità del numero di giunti
Reversibilità	Decostruibilità	Tecniche di giunzione non distruttive	Attitudine del sistema ad essere smontato nei suoi componenti senza comprometterne il livello prestazionale
	Riciclo/riuso	Integrità morfologica e dimensionale del sistema	Attitudine del sistema ad essere riutilizzato in tutto o in parte in un nuovo ciclo progettuale
Gestione	Manutenibilità	Riparabilità	Attitudine del sistema ad essere facilmente manutenibile, riparabile
		Sostituibilità	
Durabilità	Durabilità		Attitudine del sistema, dei suoi componenti e materiali a mantenere un comportamento prestazionale soddisfacente per la fase d'uso.
Fruibilità	Funzionale	Accessibilità	Attitudine del sistema alla flessibilità e compatibilità dimensionale rispetto alle funzioni
		Flessibilità funzionale	
		Flessibilità dimensionale	
Benessere	Visivo attenzionale	Controllo livello illuminazione naturale	Controllo dei livelli di illuminazione ed introspezione interno/esterno
		Controllo livello illuminazione artificiale	
		Controllo del livello di introspezione	
	Termoigrometrico	Isolamento termico	Attitudine del sistema a garantire condizioni di comfort termico compatibile con la destinazione d'uso
		Ventilazione	
		Controllo della radiazione solare	
Sicurezza	Stabilità	Resistenza ai carichi	Attitudine del sistema a resistere ai carichi e alle sollecitazioni esercitate da venti
		Resistenza alle sollecitazioni	
	Protezione d'utenza	Regolarità morfologica dei componenti	Utilizzo di componenti e materiali innocui per l'utenza

Tab. 2. Quadro esigenziale con requisiti definiti ed estrapolati dai casi studio.

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.

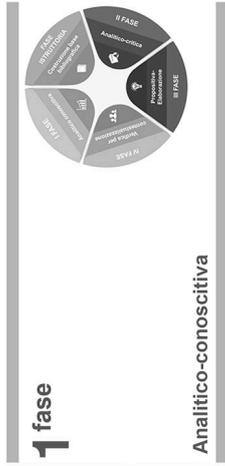


Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

Fasi



1 fase

Analitico-conoscitiva

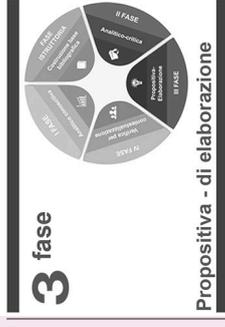
Compiti	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma
Fasi	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma
Azioni e strumenti	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia di campo d'indagine.
Risultati	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.



2 fase

Analitico-critica

Compiti	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura
Fasi	Analisi di casi studio <td>Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura</td>	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura
Obiettivo	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro
Azioni e strumenti	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecnologiche dei sistemi di copertura.
Risultati	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.



3 fase

Propositiva - di elaborazione

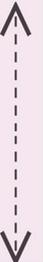
Compiti	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept
Fasi	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept
Obiettivo	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Stesura e definizione del progetto del componente.
Azioni e strumenti	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.
Risultati	Stesura del quadro esigenziale.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.



4 fase

Verifica per contestualizzazione

Compiti	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Verifica per contestualizzazione
Fasi	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Verifica per contestualizzazione
Obiettivo	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.
Azioni e strumenti	Analisi degli ambiti e del mercato.	Individuazione dell'applicazione più problematica. Individuazione caso studio.
Risultati	Confronto delle scelte e richieste.	Applicazione su un comparto edilizio esistente.



CAPITOLO III_Trasferimento cognitivo

3.1_ Il trasferimento cognitivo a supporto dei processi innovativi

3.1.1_ Il caso-studio One Laptop

3.1.2_ Il brevetto Bloomframe

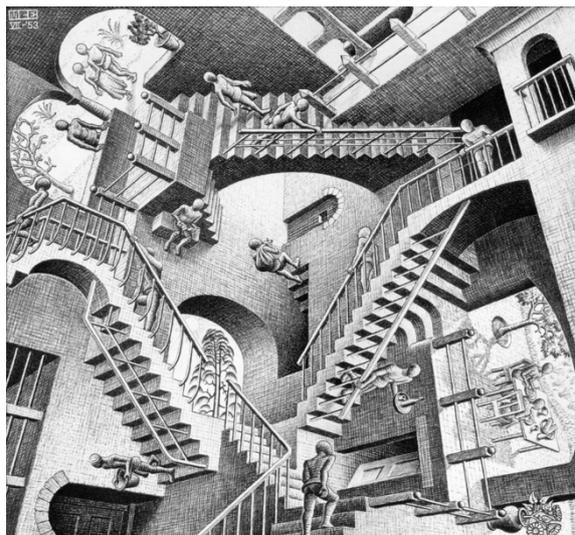


fig. 40. *Relatività*, Escher 1953. Xilografia, 28×29 cm. Collezione privata.

3.1_ IL TRASFERIMENTO COGNITIVO A SUPPORTO DEI PROCESSI INNOVATIVI

La finalità di valutare, all'interno dell'iter metodologico della ricerca, le nozioni che disciplinano il trasferimento di conoscenze⁶³, è dipesa dalla necessità di influenzare il processo progettuale del componente in oggetto, con approcci e metodologie recanti insiti caratteri di adattabilità e variabilità da ricondurre a logiche di sviluppo attribuibili a strutture di pensiero anche avulse al settore edilizio. Tali "conoscenze" vengono richiamate in virtù dell'individuazione di specifici parametri, stabiliti per risolvere problematiche di natura sociale, economica, e ambientale che sono trasversali e mutuabili per la definizione dei caratteri e dei *requisiti ulteriori* che guidano il processo di formulazione della proposta di ricerca.

“Poiché tutta la natura è congenere e l'anima ha appreso tutto, nulla impedisce che chi si ricordi di una sola cosa che è poi quello che si chiama apprendimento trovi da sé tutto il resto se è coraggioso e instancabile nella ricerca, perché il ricercare e l'apprendere, nella loro interezza, non sono che reminiscenza”.

(Platone, Menone)

Il *Trasferimento di conoscenze e innovazione (TC&I)* può assumere varie forme, come ad esempio:

- **Adottare nuovi metodi di lavoro:** riferita a nuove idee o nuove tecniche, concentrandosi su mercati alternativi, mettendo in contatto diversi settori e parti interessate attraverso nuovi metodi di messa in rete, sostenendo nuovi gruppi prioritari o individuando soluzioni nuove a problemi di natura sociale, economica e ambientale.
- **Sviluppare nuovi prodotti e servizi:** questi nascono sovente dalla sperimentazione di metodi di lavoro innovativi e dall'applicazione di tecniche nuove od originali, nuovi partenariati, tecnologie, processi, ricerche e nuovi modi di pensare.
- **Adattare approcci consolidati a nuove circostanze:** si tratta di un altro modo efficace per creare forme di sviluppo innovativo. Queste azioni sono spesso facilitate dallo scambio di conoscenze tra settori ed esperienze differenti.

I processi di acquisizione della conoscenza avvengono attraverso la ricerca, l'attività produttiva e di marketing, con modalità di:

- *Learning by doing e Learning by using*
- *Learning by interacting*, cioè dai legami con altri attori

⁶³ Il tema è stato approfondito sulla letteratura disponibile di settore, di cui si riportano i testi in bibliografia.

economici, con consumatori, clienti, fornitori che sono una vera e propria fonte di informazioni

- *Social Learning*, è una learning by interacting particolare in quanto agisce nell'ambito sociale, secondo *Facilitation* in cui caso un soggetto si rapporto ad un altro osservandone le caratteristiche e i comportamenti ma non fa propri gli obiettivi di quest'ultimo; oppure, secondo *Imitation* in cui, invece, si apprendendo ed acquisiscono conoscenze ed obiettivi dall'altro.

Il trasferimento cognitivo, perciò, porta a processi rinnovati nelle logiche e negli approcci tramite apporti da iniziative vincenti in altri settori o suggerite dal campo stesso di applicazione. Si pensi, ad esempio, al *Transporter* della Volkswagen nato, da un'idea di Ben Pon⁶⁴ nel 1947, osservando presso gli stabilimenti un carrello allestito per trasportare materiali pesanti da un reparto all'altro; così come, su tali logiche può considerarsi il *Tavolo con ruote* di Gae Aulenti, la cui idea progettuale deriva dalle modalità di movimentazione dei materiali all'interno della sede produttiva: un piano in legno su ruote utilizzato per il trasporto delle lastre di vetro.

In riferimento alla classificazione delle forme di TC&I sopracitate, i due casi-studio che si tratteranno nelle pagine a seguire su tale tematica, fanno capo rispettivamente alle ultime due metodologie descritte, ossia: “sviluppo di nuovi prodotti e servizi” e, “adozione di approcci consolidati a nuove circostanze”.

⁶⁴ Importatore olandese della Volkswagen.

3.1.1_ IL CASO-STUDIO ONE LAPTOP

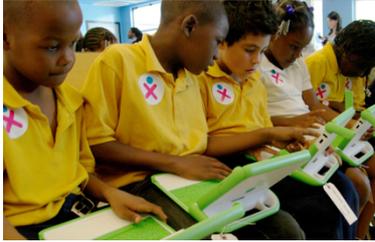


fig. 41. One laptop per child, N. Negroponte, 2005. Versioni di funzionamento.

Facendo seguito a quanto precedentemente detto, si richiamano le parole di Alan Curtis Kay, uno degli informatici coinvolti nel progetto che si espone di seguito, relative alla necessità di imparare ad assorbire *“tutti quei processi che possono aiutare a rendere l’invisibile più visibile”*.

Il progetto *“One laptop per child”(OLPC)*, ideato da Nicholas Negroponte nel 2005, ritorna utile e chiarificatrice per il raggiungimento dell'obiettivo oggetto della ricerca.

L'iniziativa è volta alla progettazione, produzione e distribuzione di laptop da 100\$⁶⁵ per fornire a ogni bambino del mondo, specie a quelli nei Paesi in via di sviluppo, l'accesso alla conoscenza e alle moderne forme educative, permettendo di essere connessi tra loro, collaborare e condividere informazioni. L'obiettivo principale di OLPC è creare una macchina estremamente economica che possa fornire funzionalità complete. E' un'iniziativa sostenuta dall'ONU, pienamente compatibile con la direttiva RoHS dell'Unione Europea, senza contenere materiali pericolosi.

I caratteri ritenuti interessanti allo scopo del presente lavoro di ricerca, sono da ricercarsi nelle metodologie progettuali e processuali che hanno guidato le motivazioni e le scelte adottate per la definizione del OLPC. Alla stregua degli aspetti economici, sono stati valutati con la stessa attenzione aspetti relativi all'utilizzo diversificato del prodotto, e quindi influenzato da variabili di contesto e di utenza. Provando a fare qualche esempio, accanto alla ricercata *“forma appropriata”* tradotta in un design simpatico, attraente e dimensionalmente adatto per i bambini, trattandosi di laptop per il terzo mondo, si affianca la necessità che il display possa richiedere poca energia ed essere visibile alla luce diretta del sole per la didattica che si svolge all'esterno, e conseguentemente, quindi, essere protetto da polveri e sabbia; od ancora non sia compromesso il suo funzionamento da problematiche di approvvigionamento energetico, così la particolarità di questi laptop è che possono essere alimentati con batteria interna ricaricabile, o con una manovella per la ricarica, con la batteria auto, un trasformatore di rete.

In definitiva, gli aspetti mutuabili da tale esperienza si possono riassumere tramite aspetti, normalmente utilizzati per definire i requisiti di manufatti, quali:

- Manovrabilità del prodotto, estremamente leggero
- Manutenibilità: è resistente agli urti e la tastiera è impermeabile.
- Gestione e funzionamento
- Economicità
- Trasportabilità
- Funzionalità

⁶⁵ L'attuale prezzo di vendita è di 170\$, tuttavia diversi fattori, soprattutto di produzione, suggeriscono che il costo nei prossimi anni scendere anche a 50\$.

3.1.2_ IL BREVETTO *BLOOMFRAME*

Il secondo esempio proposto, invece, si sviluppa nel settore disciplinare dell'architettura e viene indagato per le peculiarità di funzionamento, materiali ed applicazioni, affini al progetto di ricerca.

Si tratta del brevetto di una finestra innovativa e multiprestazionale, di recentissima produzione. Il concept originario è del 2002, ma è stata presentata solo a novembre 2015 presso la fiera internazionale di costruzione BATIMAT 2015 tenutasi a Parigi.

Il sistema è stato sviluppato e brevettato dallo studio d'architettura Hofman Dujardin, in collaborazione con l'azienda olandese Hurks Geveltechnik, attualmente l'azienda francese Kawneer si sta occupando della produzione.

Il sistema, chiamato *Bloomframe* ad evocare un fiore che sboccia, è pensato per offrire ambienti flessibili ed adattarsi ad applicazioni in aree urbanizzate, soprattutto perché inseribile in fasi di ristrutturazioni o di retrofit energetico senza la costruzione di cantieri complessi o tecniche di giunzione tradizionali come l'inserimento di solette a sbalzo.

Il requisito di adattabilità è soddisfatto da fattori relativi alla dimensione, il colore e i materiali che sono personalizzabili e progettabili su misura.

E' realizzato in profilati in alluminio a taglio termico e permette una buona adattabilità dimensionale, le dimensioni massime sono di 3000x2400 mm per un carico massimo ammissibile di 350 kg/m².

Il sistema di chiusura verticale, dotato di un dispositivo a controllo elettronico, in soli 15 secondi, si trasforma da semplice finestra filo muro a balcone con una larghezza di circa 1 m. Ciò è realizzato con dispositivi pieghevoli che, in fase di chiusura, sono raccolti in nicchie laterali incassate nella muratura per uno spessore complessivo di circa 320 mm.

Nonostante la relativa e percettibile leggerezza della realizzazione, è risultato affidabile e sicuro.

Si ritiene, tale brevetto, un utile soluzione progettuale a supporto del tema di ricerca, per le esigenze e i requisiti che assolve, in particolare:

- dinamicità
- adattabilità
- comfort
- aumento della superficie



fig. 42. Assesti di apertura del sistema *Bloomframe*.

PARTE II

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica.

Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

Fasi		1 fase		2 fase		3 fase		4 fase	
Compiti		Analitico-conoscitiva		Analitico-critica		Propositiva - di elaborazione		Verifica per contestualizzazione	
Fasi	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Verifica del programma	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept	Definizione degli ambiti e scenari applicativi
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Validazione del programma	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e tipologie di involucro caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Stesura e definizione del progetto del componente.	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.
Azioni e strumenti	Indagini bibliografiche preliminari.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecnologiche dei sistemi di copertura.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Analisi degli ambiti e del mercato.
Risultati	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale, piano lavoro e indice.	Piano programma, indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.
←-----→									

III FASE: FASE DI ELABORAZIONE

CAPITOLO IV_ Costruzione del quadro dei parametri progettuali

- 4.1. Ipotesi del Modello di processo per la definizione del componente
- 4.2_ I requisiti e le variabili ulteriori utili alla definizione della copertura

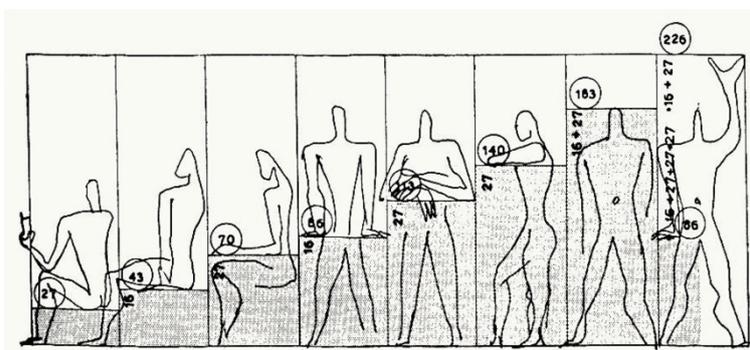


fig. 43. Modulor, Le Corbusier

4.1_ IPOTESI DEL MODELLO DI PROCESSO PER LA DEFINIZIONE DEL COMPONENTE

Le motivazioni sulle quali si dipana la definizione dell'obiettivo della ricerca, rispecchiano esigenze di diverso tipo, come individuato nei precedenti paragrafi: produttive ed economiche, sociali, funzionali, reversibili. Tali aspetti sono indagati allo scopo di determinare degli indicatori attorno ai quali elaborare uno strumento di supporto ad un uso sistematico degli elementi del componente.

A questo scopo, l'ipotesi in oggetto è rivolta alla costruzione di un processo di sistema, dalla decontestualizzazione alla contestualizzazione, per la definizione del componente in esame, considerando come campo applicativo specialmente la destinazione d'uso residenziale, sia si tratta di edifici volano, permanenti, moduli per l'emergenza a lungo periodo, edifici per il turismo, per attività lavorative o di studio, ecc..

Il carattere di obsolescenza di un sistema viene esaltato laddove, il *gap* tra la prestazione richiesta e quella che è in grado di fornire, considerandolo sul lungo periodo, risulta essere elevato⁶⁶ e causato dalla rigidità verso nuovi compiti, prestazioni e richieste.

Riprendendo i processi che regolano i modelli transitori, recanti importanti requisiti di flessibilità e adattabilità corrispondenti anche alle nuove esigenze abitative contemporanee, si propone l'ipotesi di un modello processuale che definisce un sistema ed una "linea produttiva" rispondente alle succitate esigenze ed obiettivi. Tale sistema si concretizza in un modello progettato nelle sue invarianti secondo i parametri ricavati dallo studio delle esperienze abitative permanenti e temporanee, e suscettibile a variabili funzionali, estetiche, e di funzionamento all'insorgere di una domanda essenziale precisa e contestualizzata. Si individuano, infatti, delle variabili di "contesto" e di "sistema", quali fattori determinanti la visione dell'abitare, che se rapportati ad un *modus costruendi* tradizionale avranno certamente impatti negativi rendendo il sistema obsoleto, al contrario, se rapportati ai nuovi modelli abitativi saranno elemento influenzante e strategico. Le *variabili di contesto* sono da ricercarsi in tutti i fattori soggetti ad evoluzione, ossia la variabilità delle esigenze, la variabilità d'uso, la variabilità del numero di utenti di un sistema. Le *variabili di sistema* sono, invece, da imputarsi alle caratteristiche tecnologiche del sistema, ossia la possibilità di sostituzione e variazione dei componenti. In virtù di quanto sopra espresso, ed a partire dall'assunto di concepire la casa come processo e non come prodotto finito⁶⁷, il processo che

⁶⁶ Mark G.T., "Incorporating flexibility into system design: a novel framework and illustrated developments", Thesis (Masters of Science), Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, 2005.

⁶⁷ Campioli, A., *Progettare oltre l'emergenza, spazi e tecniche per l'abitare contemporaneo*, Il sole 24 ore Press, Milano, 2009.

guida il *concept* del componente è caratterizzato da un'uscita tipologica di base decontestualizzata, che sulla base di una specifica domanda e/o esigenza è soggetta ad implementazione e modifica funzionale, tipologica, prestazionale di alcuni aspetti del sistema, traducibili in un catalogo a cui sono demandate le alternative d'uso legate alla contestualizzazione ed adattabilità (fig.44).

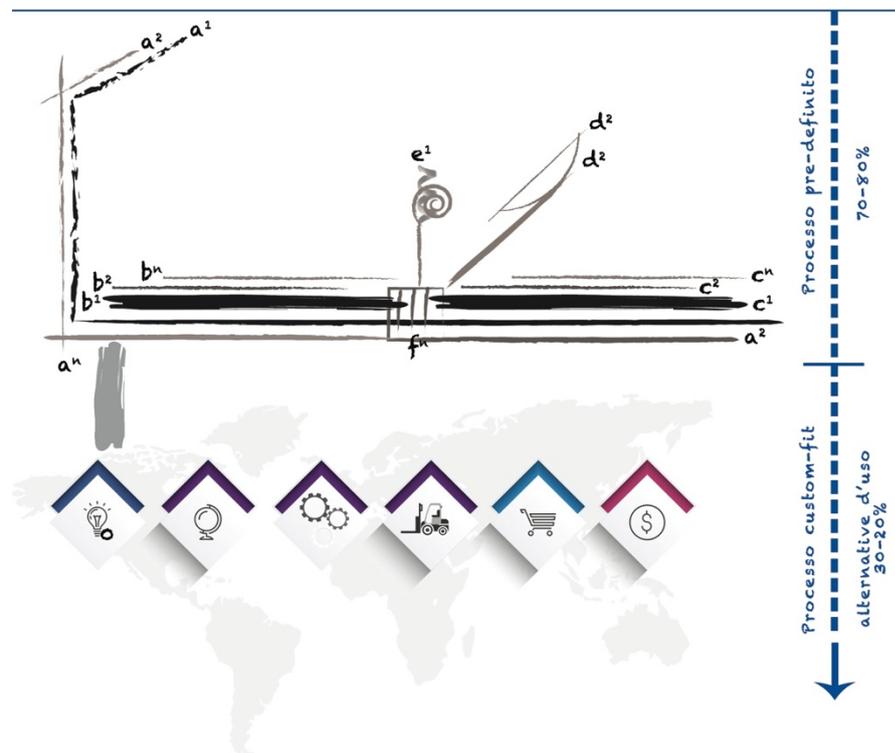


fig. 44. Dinamiche di prodotto.

Tali alternative si propongono in risposta ad esigenze specifiche del progetto di architettura contemporaneo, rivolto sempre più ad interventi meno invasivi, in cui convivono bisogni e obiettivi differenti in relazione allo sviluppo economico, sociale, tecnologico di determinati contesti (fig. 45). In ragione, quindi, della frammentarietà della domanda, il modello proposto, grazie ad un segmento produttivo pre-definito (70-80%) ed un segmento *custom-fit* (30-20%), permette la possibilità di personalizzazione, di adeguamento o di riutilizzo del componente per la medesima destinazione d'uso o per una diversa.

La percentuale relativa al segmento di *custom-fit* è attribuibile sostanzialmente a due aspetti:

- *partecipazione e flessibilità d'uso*. Il sistema è progettato per permettere all'utente di partecipare fattivamente alla realizzazione e definizione dell'assetto del componente, che si individua in differenti modalità di estensibilità e funzionamento del componente base (a manovella, *smart device*, dispositivi a controllo elettronico).

- *impatto sulle risorse.* Il sistema permette la scelta di differenti elementi contenuti nel componente, tra cui la possibilità di impiego di risorse esistenti in situ da integrare alla componentistica base grazie all'uso di tecniche di assemblaggio a secco.

Il segmento di *custom-fit* non rallenterà il processo produttivo e le fasi di acquisizione e montaggio del componente, in quanto è una percentuale da imputare a scelte adattive degli strati già definiti e proposti a catalogo o, al più, all'adattamento dimensionale (taglio, assemblaggio in fabbrica, ecc.) di alcune componenti prefinite, come specificato nei successivi capitoli.

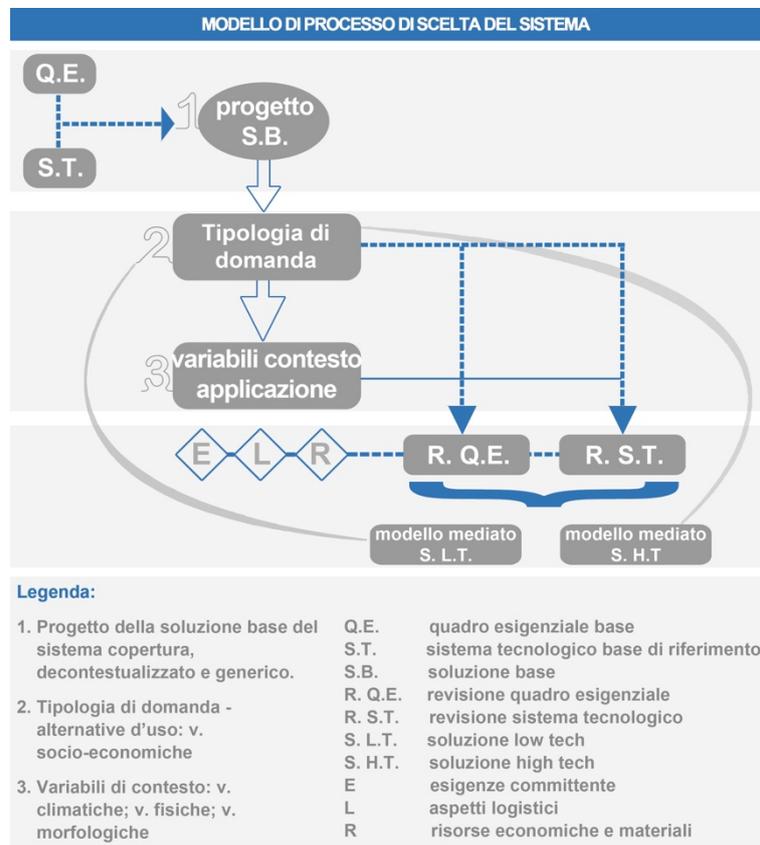


fig. 45. Modello di processo.

4.1.a_ Il magazzino virtuale: una risposta flessibile alle richieste di mercato

Il carattere di flessibilità, facilità di reperimento e conseguente riduzione dei tempi per l'acquisizione ed il montaggio di un sistema, trova, senza dubbio, nell'adozione del *magazzino virtuale*, come strumento a supporto dell'ormai acquisita pratica di vendita su web, una soluzione in linea con le esigenze ed i requisiti connaturanti lo stesso prodotto oggetto di ricerca. Il *magazzino virtuale* nasce dall'esigenza di ottimizzare la gestione dei magazzini e come riserva potenziale di prodotti di facile reperibilità di produzione industriale. In riferimento al processo descritto, l'idea del magazzino virtuale torna soprattutto utile nelle fasi di configurazione del componente, in particolar modo relativamente alla percentuale di variabilità della domanda (30%), caratterizzata dalla possibilità di scelta e definizione della tipologia degli strati da adattare alle specifiche esigenze, in quanto capace di assorbire la variabilità dei fattori di produzione, permettendo, anche, di sfruttare produzioni a livello locale per alcuni parti del componente. La validità del magazzino virtuale, infatti, si può rilevare solo all'interno di un modello progettuale caratterizzato da invarianti strutturali e variabili portate.

I vantaggi che tale "strumento" può fornire si declinano nella velocità di approvvigionamento ed installazione (realizzazione e trasporto), nonché nell'uso razionale delle risorse (semilavorati, prodotti finiti, ecc.).

E' soprattutto la riduzione dei costi l'aspetto più influente nell'adozione di un sistema di gestione, laddove la *produzione e la vendita di componentistica standard, (...), permette all'industria bassi costi produttivi e di stoccaggio, in funzione del veloce ciclo di passaggi presenti dal produttore all'acquirente (...)*⁶⁸.

Tale strumento, concepito come una sorta di *data-base*, agevola la ricerca e la conoscenza dei materiali e dei componenti disponibili, nelle diverse fasi e specie in quella di contestualizzazione; consente, così, di personalizzare e calibrare la ricerca e la scelta di materiali in funzione di una razionalizzazione delle risorse, rispetto alle caratteristiche contestuali ed ai problemi logistici legati alla localizzazione della produzione.

In riferimento al prodotto di ricerca, il concetto di magazzino virtuale potrebbe essere facilmente applicato in quanto il sistema di copertura è definito nelle sue dimensioni secondo criteri ed esigenze legati ad aspetti di compatibilità con i comuni prodotti industriali e con il trasporto tradizionale. Ciò consentirebbe ad un potenziale progettista, di usufruire del canale di ordine del componente-sistema per la sola parte relativa al 70% del processo, sfruttando la ricerca tramite il

⁶⁸ Bologna R. (a cura di), *Op. cit.*.

magazzino virtuale per la definizione e la personalizzazione degli strati secondo i criteri di selezione preferiti (stoccaggio, costi, tempi, reversibilità, garanzie e servizi, ecc.). In ultimo, questi strumenti, oltre a fornire la possibilità di attingere ad una diversificata proposta di materiali e componenti di nuova produzione, permettono anche di attingere a strumenti che gestiscono i flussi di materiali riutilizzabili e così, in un percorso circolare, di inserire gli stessi materiali e componenti derivanti dalla fase di dismissione dei moduli.

4.2_ I REQUISITI E LE VARIABILI ULTERIORI UTILI ALLA DEFINIZIONE DELLA COPERTURA

Facendo seguito a quanto descritto nei capitoli precedenti, in relazione agli attuali scenari di mercato e di ricerca sul progetto di architettura contemporanea orientato verso il tema dell'“edificio del futuro”, si attribuisce, nel processo produttivo di parti di edificio come unità costruttive e strutturali autonome, una specifica individualità di ciascuna componente.

Nel significato di *diaframma* assegnato alla copertura rientra la capacità di conferire alle componenti che la definiscono prestazioni tali da garantire l'efficacia e l'efficienza del sistema, del rapporto con l'intorno e con l'edificio.

All'involucro è attribuito un ruolo importante per la regolazione del microclima interno. In particolare, la copertura deve soddisfare molteplici esigenze, rispondendo ad una variabilità di condizioni che richiedono comportamenti differenti in funzione stagionale: raccolta acque piovane, protezione e chiusura, fruibilità, ventilazione, ombreggiamento.

Il processo progettuale ha subito, negli anni, numerose modificazioni tali da arricchire il know-how tecnologico con contributi anche esterni alla disciplina; così, il processo che guida la scelta dei componenti di un involucro edilizio passa dall'opportunità di introdurre sistemi costruttivi e materiali alternativi a quelli tradizionali, proponendosi per la sperimentazione di tecnologie performanti.

La risposta progettuale deve tradurre, perciò, in elementi tecnologici la lista dei requisiti dello spazio costruito, trovando così una soluzione coerente alle esigenze, fino ad integrare alla funzione strutturale, di interfaccia, di comunicazione, di forma e di chiusura/coronamento, quella più generale di gestione delle risorse energetiche.

Il processo ed i requisiti estrapolati dall'analisi dei casi studio, operata nel capitolo 2, fornisco un quadro sufficientemente chiaro per definire il quadro esigenziale, integrato con gli apporti di esperienze anche non di carattere architettonico, utile alla definizione progettuale del sistema-copertura.

Inoltre, l'obiettivo dichiarato di disporre di un processo calibrato su un segmento produttivo il cui risultato parziale sia un prodotto definito per circa il 70% e il componente finale, per la restante percentuale, definito rispetto alle alternative d'uso, di contesto e d'utenza, si traduce in specifici requisiti che sono propri di esperienze architettoniche ascrivibili alla transitorietà per l'emergenza.

Gli aspetti principali cui si fa riferimento, si elencano in:

- occupazione di superficie minima
- smontabilità
- intercambiabilità
- trasformabilità, nell'accezione anche di temporaneità
- adattabilità, sia funzionale che riferita alla reperibilità di risorse
- flessibilità
- facilità di posa
- facilità di trasporto
- processo produttivo innovato
- Tecniche di assemblaggio
- riduzione dei tempi di assemblaggio
- soluzioni impiantistiche integrate e *integrated pre-packaged solutions* (ad es. soluzioni verdi).
- predicibilità in termini di tempi e costi
- pre-configurazione decontestualizzata e parziale del prodotto (circa il 70%, il restante 30% dipenderà dalle variabili di contesto)
- coinvolgimento utenza, nell'uso del sistema in funzione alla capacità, economica, gestionale e di collegamento della specifica contestualizzazione
- design
- prefabbricazione
- stoccabilità
- espandibilità, il cui funzionamento è valutato in base alla
- sistema attivo e dinamico in funzione delle prestazioni energetica

Partendo, quindi, dalla codificazione delle normative UNI⁶⁹ riferite all'organizzazione del quadro esigenziale per l'intervento edilizio e introducendo i requisiti ulteriori trasversali ricavati dalle diverse esperienze (interventi d'emergenza, trasferimenti cognitivi e procedurali di sperimentazioni non residenziali, ecc.), si procede alla formulazione di una lista di requisiti principali da considerare per la fasi procedurali e progettuali del componente:

- I. **MOBILITA'**: richiede facilitazione delle operazioni di trasporto relative al componente e tutti i suoi elementi, dotati dei requisiti funzionali alla movimentazione, leggerezza, impiliabilità, compattezza morfologica, ecc. Tali esigenze derivano dalla necessità di intervenire alla riduzione dei costi di trasporto dai

⁶⁹ Normativa di riferimento:

- Norma UNI 7867, parte I, Edilizia, Terminologia per requisiti e prestazioni – Nozioni di requisito e prestazione.
- Norma UNI 8289:1981 *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.*
- Norma UNI 8290, parte I, Edilizia residenziale – Sistema tecnologico – Classificazione e terminologia
- Norma UNI 8290, parte II, Edilizia residenziale – Sistema tecnologico – Analisi dei requisiti.

luoghi di produzione al cantiere e si traducono in:

- Adattabilità ai mezzi di trasporto: il componente dovrà essere costituito da elementi che per dimensioni, forma, e caratteristiche consentano l'impiego di vari mezzi di trasporto ordinari.
- Ottimizzazione del rapporto volume/peso: sarà necessario un sistema teso all'ottimizzazione degli elementi per la massima facilità di trasporto e movimentazione (leggerezza e assemblaggio) e il minimo ingombro.
- Mezzi di movimentazione ordinari in cantiere

Ricadute tecnologiche: i componenti risponderanno a requisiti di minimo ingombro, leggerezza, regolarità morfologica, resistenza agli urti.

II. **FATTORI DI PRODUZIONE**: riferito agli aspetti logistici relativi allo stoccaggio del componente. In particolare l'attenzione è posta su:

- Riduzione del deposito necessario: la possibilità di ridurre le opere in cantiere è fornita da un approccio di produzione semi-prefabbricata.
- Intercambiabilità e adattività: in riferimento alle variabili di processo precedentemente individuate, il sistema o parti di esso deve poter essere sostituibile con materiali e prodotti di linee produttive differenti, considerando ove necessario l'integrazione della produzione locale.

Ricadute tecnologiche: impiego di sistemi ad alto livello di prefabbricazione, parziale e/o totale, dimensionalmente compatibile con le caratteristiche dimensionali standard dei prodotti diffusi nel mercato.

III. **POSA IN OPERA/INSTALLAZIONE**: riferita alla facilità e rapidità di montaggio del sistema, traducibile in:

- Semplicità di montaggio e smontaggio: requisiti espletati da tecniche di assemblaggio a secco (bullonatura, incastro, ecc.) che consentano l'utilizzo di manodopera non specializzata.
- Riduzione dei costi di costruzione: gli elementi costituenti il componente è preferibile siano di derivazione industriale e di facile reperibilità sul mercato.
- Riduzione della complessità del sistema: minor numero di giunti per il montaggio dei componenti.

Ricadute tecnologiche: maggiore manutenibilità ed integrabilità, aggregabilità, componenti pre-assemblati in fabbrica e

caratterizzati da connessioni e funzionamento semplici, leggerezza e manovrabilità.

IV. **REVERSIBILITA'**: considerata in riferimento alla gestione, alla dismissione o il riuso di parte o tutto il componente. Tale esigenza si traduce in:

- Riuso: il sistema dovrà essere in grado di accogliere materiali provenienti anche da cicli produttivi precedenti una volta ridimensionati e riadattati all'uso ma con la loro originaria funzione; inoltre, il progetto dovrà prevedere il recupero dei materiali e/o componenti se in fase di dismissione.
- Compatibilità delle tecniche e dei materiali: il sistema, a seguito di contestualizzazione, potrà anche accogliere materiali locali ma senza comprometterne gli standard di progetto.
- De-costruibilità: anche se più inerente a manufatti e prodotti realizzati per i modelli transitori, tale requisito viene considerato ai fini del recupero del maggior numero di parti costituenti il componente, per la loro reintegrazione in cicli successivi.

Ricadute tecnologiche: il riuso dei componenti implica l'impiego di modalità di connessione non invasive.

V. **SICUREZZA**: in riferimento all'uso ed all'applicazione del componente, si considerano principalmente la:

- Resistenza agli urti: riferito alla capacità di mantenere le caratteristiche formali e prestazionali, per una corretta installazione e funzionamento, quando sottoposti alle fasi di stoccaggio e manovra.
- Resistenza meccanica: capacità strutturali del componente a resistere alle sollecitazioni esterne, nonché evitare un aggravio di peso sul manufatto, specie se l'applicazione riguarda interventi di retrofit.

Ricadute tecnologiche: attenzione al metodo di protezione e manovra, ad esempio scanalature per la presa, fori di aggancio, ecc.)

VI. **FLESSIBILITA'**: intesa come la capacità del componente di essere facilmente modificato, in modo tempestivo ed efficace, e di adattarsi alle condizioni di contesto, alla destinazione d'uso, alle necessità dell'utente, nonché all'approvvigionamento energetico. Gli ambiti su cui incide la flessibilità riguardano quindi:

- Integrabilità tecnologica: tramite l'integrazione di impianti e componenti.

- Adattabilità tipologica: capacità del componente di adattarsi alle caratteristiche tipologiche dimensionali del manufatto su cui sarà applicato. Ad esempio, l'adattamento all'aumento della superficie utile di uno spazio dovuto all'aggiunta di nuovi elementi.

Ricadute tecnologiche: l'adattabilità dei moduli avviene grazie alle tecniche di assemblaggio a secco.

VII. **GESTIONE**: garantire durante le fasi di progettazione e d'uso del sistema il coinvolgimento dell'utente in relazione alla scelta dei componenti per le proprie esigenze, alla sostituzione e flessibilità. Tali esigenze si declinano in:

- Riconoscibilità: personalizzazione da parte dell'utente e conseguente coinvolgimento nelle scelte progettuali.
- Manutenibilità: consentire interventi di sostituibilità per modificare le prestazioni del componente.
- Flessibilità funzionale: adattamento alle specifiche esigenze funzionali, morfologiche e prestazionali dell'utente.

Ricadute tecnologiche: possibilità applicativa su una molteplicità di manufatti; compatibilità con le richieste dell'utenza molto eterogenea attraverso la scelta degli elementi da utilizzare, le caratteristiche estetiche di finitura esterna; agevolare interventi di manutenzione di elementi danneggiati e/o consentire successivi interventi di implementazione; intercambiabilità degli strati funzionali.

VIII. **COMPATIBILITA'**: tale esigenza viene considerata soprattutto in relazione alla contestualizzazione in paesi meno sviluppati o per limitazioni dettate da fattori economici, ambientali, sociali. A tal proposito, si valutano:

- Adattabilità alle condizioni di contesto: adattabilità alle condizioni socio-produttive del contesto, nonché in termini di riduzione dell'impatto del sistema rispetto al contesto, in termini ambientali e sociali.
- Impiego di materiali locali: comporta soprattutto una riduzione dell'impatto ambientale nonché una riduzione dei costi.

Ricadute tecnologiche: riciclabilità o riuso di materiali; reperibilità in loco di materiali utili per alcuni strati funzionali e prestazionali.

IX. **INTEGRAZIONE**: declinabile in strategie integrative di:

- Sistemi domotici: l'utilizzo di sistemi domotici in grado di permettere maggiore facilità di gestione delle trasformazioni legate alla flessibilità spaziale.

Tali sistemi possono essere collegati al componente, e programmati per favorire la traslazione di alcuni elementi in funzione di esigenze prestazionali, dimensionali, di comfort, ecc.

- Sistemi manuali: riferiti all'integrazione di sistemi di movimentazione manuale del componente e dei suoi strati, sia in risposta a condizioni socio-economiche non favorevoli che a contingenze improvvise dettate dall'impossibilità di collegamenti alle reti o altro.
- Impiantistica: una corretta integrazione impiantistica che è relazionata sia a fattori prestazionali che estetici.

La traduzione delle esigenze in requisiti progettuali e strategie tecnologiche e spaziali sono il contenuto del quadro esigenziale costruito come riferimento per lo sviluppo del concept del componente e sono riassunti nella Tabella 3, di seguito riportata:

QUADRO ESIGENZIALE				
Classe delle esigenze	Classe dei requisiti	Requisiti	Descrizione	Requisito trasversale
Sistema aperto	Reperibilità delle risorse	Stabilità dimensionale	Attitudine del sistema ad essere realizzato con risorse correnti	Decostruibilità
Mobilità	Trasportabilità	Adattabilità ai mezzi di trasporto	Regolarità dimensionale e morfologica dei componenti Ottimizzazione del rapporto Volume/Peso	
	Manovrabilità	Adattabilità ai mezzi di movimentazione	Leggerezza Resistenza agli urti	
Compatibilità ambientale	Controllo dell'impatto ambientale	Sostenibilità delle risorse	Attitudine del sistema a ridurre l'impatto ambientale tramite l'uso di sistemi compatibili	
Posa in opera/installazione	Rapidità di installazione		Attitudine del sistema a ridurre i tempi di assemblaggio	
	Assemblabilità		Riduzione della complessità del numero di giunti	
Reversibilità	Decostruibilità	Tecniche di giunzione non distruttive	Attitudine del sistema ad essere smontato nei suoi componenti senza comprometterne il livello prestazionale	Riciclabilità e/o riuso
	Riciclo/riuso	Integrità morfologica e dimensionale del sistema	Attitudine del sistema ad essere riutilizzato in tutto o in parte in un nuovo ciclo progettuale	
Gestione	Manutenibilità	Riparabilità	Attitudine del sistema ad essere facilmente manutenibile, riparabile	
		Sostituibilità		
	Durabilità		Attitudine del sistema, dei suoi componenti e materiali a mantenere un comportamento prestazionale soddisfacente per la fase d'uso.	
Stoccabilità		Scomponibilità del sistema	Riduzione del deposito necessario.	
		Impilabilità		

Coinvolgimento dell'utente			Personalizzazione	
Fruibilità	Funzionale	Accessibilità	Attitudine del sistema alla flessibilità e compatibilità dimensionale rispetto alle funzioni	Adattività delle tecniche e dei materiali
		Flessibilità funzionale		
		Flessibilità dimensionale		
	Dei sistemi	Comodità d'uso	Affidabilità dei sistemi impiantistici	
		Affidabilità		
Benessere	Visivo attenzionale	Controllo livello illuminazione naturale	Controllo dei livelli di illuminazione ed introspezione interno/esterno	
		Controllo livello illuminazione artificiale		
		Controllo del livello di introspezione		
	Termoigrometrico	Isolamento termico	Attitudine del sistema a garantire condizioni di comfort termico compatibile con la destinazione d'uso	
Sicurezza	Stabilità	Ventilazione	Attitudine del sistema a resistere ai carichi e alle sollecitazioni esercitate da venti	
		Controllo della radiazione solare		
	Protezione d'utenza	Resistenza ai carichi	Utilizzo di componenti e materiali innocui per l'utenza	
		Resistenza alle sollecitazioni		
		Regolarità morfologica dei componenti		
Riconoscibilità	Personalizzazione			
	Autocostruzione			

Tab. 3. Costruzione e riformulazione del Quadro esigenziale di riferimento per lo sviluppo del concept del componente.

INDICATORI DI PROGETTO

La definizione delle classi di esigenza e dei requisiti standard e trasversali, tradotti in un quadro esigenziale, definito sì dalle norme UNI di riferimento ma anche da aspetti derivati da quelle tipologie ed esperienze con carattere di indeterminatezza, suggeriscono aspetti e requisiti in linea con le attuali dinamiche abitative e costruttive. La mediazione, quindi, tra esigenze standard ed esigenze specifiche, legate al requisito di reversibilità caratterizzante l'oggetto di ricerca, propone la traduzione di aspetti maturati in condizioni di permanenza, stabilità e/o di provvisorietà, in indicatori di progetto che regolano, appunto, lo sviluppo progettuale, come stabilito nella Tabella 4:

REQUISITO	PROBLEMI RILEVATI	INDICATORI DI PROGETTO
TRASPORTABILITA'	Le caratteristiche di trasportabilità influiscono sul costo dell'intervento	<ul style="list-style-type: none"> - Versatilità rispetto alla tipologia di trasporto - Ottimizzazione del Peso Volumetrico
MANOVRABILITA'	Dimensioni del sistema che richiedono l'impiego di mezzi meccanici e predisposizione delle aree di cantiere.	<ul style="list-style-type: none"> - Semplificazione degli strumenti e mezzi meccanici per il montaggio - Semplificazione delle operazioni di montaggio - Ridotte dimensioni
STOCCABILITA'	Spesso sono necessarie aree per lo stoccaggio degli elementi, con conseguenti oneri per l'immobilizzazione delle aree e dei fattori di produzione.	<ul style="list-style-type: none"> - Riduzione del numero delle parti da stoccare - Riduzione tempi di stoccaggio
INSTALLAZIONE	Problemi di installazione legati alla morfologia del manufatto	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilità alle condizioni di contesto - Reversibilità
ASSEMBLAGGIO	Le tipologie di assemblaggio basate su tecniche tradizionali richiedono tempi più lunghi.	<ul style="list-style-type: none"> - Tecniche di assemblaggio a secco - Riduzione tempi di stoccaggio
INTEGRABILITA'	Spesso non è prevista possibilità di integrazione spaziale e/o accessoria.	<ul style="list-style-type: none"> - Reversibilità delle connessioni - Flessibilità spaziale e funzionale
SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE	L'impatto ambientale riferito alla modifica dei caratteri del luogo e alle attività connesse con la produzione	<ul style="list-style-type: none"> - Reversibilità delle opere di installazione
FRUIBILITA'	Rigidità dei sistemi	<ul style="list-style-type: none"> - Integrabilità spaziale - Dimensionamento
GESTIONE	Sostituibilità dei componenti	<ul style="list-style-type: none"> - Integrabilità - Smontabilità - Accessibilità

Tab. 3. Indicatori di progetto.

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

1 fase		2 fase		3 fase		4 fase	
Analitico-conoscitiva		Analitico-critica		Propositiva - di elaborazione		Verifica per contestualizzazione	
Definizione del tema	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Costruzione base bibliografica	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.
Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Creazione della conoscenza di base dell'ambito di ricerca	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro	Definizione delle variabili e dei requisiti.
Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecniche dei sistemi di copertura.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.
Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.

Fasi		Compiti		Obiettivi		Azioni e strumenti		Risultati	
Definizione del tema	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Costruzione base bibliografica	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept	Definizione degli ambiti e scenari applicativi
Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Creazione della conoscenza di base dell'ambito di ricerca	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Stesura e definizione del progetto del componente.	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.
Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecniche dei sistemi di copertura.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Analisi degli ambiti e del mercato.
Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.



CAPITOLO V_ Il Trasferimento tecnologico a supporto delle scelte progettuali

5.1_ Il trasferimento tecnologico per l'edilizia

5.2_ Una risposta ad alcuni requisiti: l'Aerogel



fig. 46. *An Experiment on a Bird in the Air Pump*, Joseph Wright “of Derby”, 1768, National Gallery, Londra.

5.1_ IL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO PER L'EDILIZIA

Fra le attività umane che operano importanti trasformazioni dell'*habitat*, concepito come ambiente per la vita collettiva, la tecnologia rappresenta un modo per comprendere l'essenza dei fenomeni e intervenire sul corso degli stessi.

Malgrado le ragioni che guidano l'industria delle costruzioni siano fortemente radicate in processi consolidati e lente nell'innovare, l'evoluzione tecnologica ha portato a progressivi cambiamenti nella struttura delle tecnologie e dei materiali che compongono l'involucro edilizio, aumentandone le prestazioni e la complessità. Per questo motivo, non si ha, infatti, una cristallizzazione dell'innovazione, bensì essa si evolve e si colloca nell'industria delle costruzioni con dinamiche e metodi propri ed in continuo cambiamento, *a volte innovando "dall'interno", migliorando e perfezionando tecniche e tecnologie già presenti, a volte attingendo "dall'esterno", trasferendo e adattando tecnologie messe a punto in altri settori*⁷⁰.

Già nel XIV secolo Bertrand Gille annovera l'esempio del meccanismo biella-manovella introdotto dapprima nei mulini a braccia, poi all'arcolaio, alla ruota per affilare e infine alle seghe idrauliche⁷¹; in molti eventi storici infatti è successo che le tecniche costruttive venissero trasferite da un settore produttivo ad un altro.

Sebbene la pratica di far riferimento ad altri settori per la soluzione di problematiche costruttive non sia, quindi, così rivoluzionaria, essa rappresenta comunque uno dei processi più interessanti e promettenti.

Nel settore delle costruzioni, col termine "trasferimento" si intende il modo di riprendere e riformulare tecnologie, prodotti e componenti ma, anche, processi e procedure attinenti ad altri settori, e quindi nati e sviluppati per i bisogni di un determinato mercato e di una specifica utenza e adattarla al settore ricevente.

Si richiama la definizione di Kimball (1967) in cui è descritto come un *processo secondo il quale tecniche e materiali sviluppati in un ambito creativo, industriale o culturale sono adattati per diventare utili in altri ambiti creativi, industriali o culturali*⁷² ed in particolare sottende a *tre elementi di base: un problema, una tecnologia attinente e un meccanismo di mercato*⁷².

Sulla base di tali assunti, risulta motivato sostenere che l'informazione, la conoscenza, e l'innovazione costituiscano gli elementi strategici per conseguire l'indispensabile evoluzione richiesta ormai dai contesti odierni.

⁷⁰ Rossetti M., Il trasferimento tecnologico come motore dell'innovazione, in Tatano V. (a cura di), *Oltre la trasparenza*, Officina Edizioni, Roma, 2008, pp. 13-17.

⁷¹ Ivi, p.13.

⁷² MacFayden, *Technology Transfer and Improved Housing Production*, Industrialisation Forum, 1972, pp. 3-12.

Le motivazioni che spingono il trasferimento tecnologico sono sostanzialmente:

- L'impiego di nuovi materiali, anche in combinazione con quelli tradizionali
- Lo sviluppo di nuove procedure o l'implementazione di quelle esistenti
- Soluzioni più efficaci ed efficienti ricercate congiuntamente da industria e progettista

Il processo innovativo segue, a sua volta, due linee principali: quella di *technology push* e quella di *demand pull*⁷³; la prima si riferisce all'innovazione che scaturisce da ricerche scientifiche e/o industriali precedendo un'applicazione ed immissione sul mercato, la seconda linea, invece, si verifica come risposta ad un bisogno, ossia quando è l'esigenza a guidare il processo per soddisfarla. In realtà, in entrambi i casi si potrà parlare di adattamento nei processi e nelle procedure di utilizzo. Provando a fare qualche esempio, la *Ferrari di Formula 1 è un concentrato di tecnologie avanzate*, applicate con lo scopo di vincere, *che dopo qualche anno si trovano applicate anche nelle auto di serie*⁷⁴. L'esperienza, infatti, insegna che è da un'esigenza fortissima che scaturisce, solitamente, una risposta progettuale, e specie se tale esigenza è figlia di un contesto particolarmente aggressivo si sperimenteranno nuove strategie e tecnologie.

Con questi presupposti, attraverso indagini e ricerche proprie sia della disciplina della tecnologia architettonica ma anche in maniera trasversale di diverse branche disciplinari scientifiche, non strettamente legate all'edilizia, il trasferimento da settori avanzati, quali ad esempio quello aerospaziale, nautico, automobilistico, ecc., suggerisce nuovi orizzonti applicativi di interessanti materiali.

Di fatto, negli ultimi anni, ad esempio, il trasferimento avviene per introdurre nel settore edile materiali con determinate caratteristiche tecniche, già testate nelle condizioni di utilizzo originarie, di cui si approfondisce la conoscenza delle proprietà, con lo scopo di individuare possibili campi e modalità di applicazione.

L'innovazione auspicata è intesa però, non soltanto in termini di scoperta e/o adattamento di nuovi materiali in grado di rispondere a una singola esigenza, ma è anche rivolta a considerare il materiale in un macrosistema, ossia come *elemento* di un sistema in cui interagiscono influssi ed esigenze diversificate. E' normale, quindi, considerare che una buona spinta propulsiva all'innovazione arrivi proprio da coloro che partecipano alla mutevolezza e definizione del mercato, ossia l'utente o in alternativa il progettista.

L'introduzione di tecnologie e materiali innovativi all'interno del panorama costruttivo attuale, oltre a dover superare spesso la diffidenza

⁷³ Davidson C. H., *Tra ricerca e pratica: il trasferimento di tecnologia*, in Sinopoli N, Tatano V. (a cura di), *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura*, FrancoAngeli, Milano, 2002, p.158.

⁷⁴ Sergio Ferraris, *Crederci sul serio nell'efficienza energetica*, 10 Ottobre 2014.

comune verso la novità che induce profonde trasformazioni al concetto di casa, deve fronteggiarsi anche con problematiche progettuali relative alla combinazione tra le tecniche e gli elementi innovativi con quelle tradizionali, alla relazione e compatibilità tra materiali differenti, ecc., nell'ottica di una ricercata unitarietà.

5.2_ UNA RISPOSTA AD ALCUNI REQUISITI: l'Aerogel

L'industria aerospaziale è stata tra i promotori, e continua tuttora su questi indirizzi, di ricerche all'avanguardia e ricche di interessanti risultati che stanno alla base della nascita e dello sviluppo di alcuni compositi avanzati per ulteriori applicazioni, anche avulse a quel determinato contesto.

Il settore delle costruzioni, in particolare, è tra i primi ad interessarsi all'applicazione di tecnologie innovative, tra cui le nanotecnologie.

Il campo delle nanotecnologie, ad esempio, rappresenta uno degli ambiti di ricerca da cui si attingono maggiori innovazioni per l'edilizia producendo una vasta serie di componenti e sistemi che solo recentemente, trovano diffusione ed applicazione, a causa soprattutto dei costi iniziali molto alti.

La ricerca trova in questo settore un materiale adeguato ad alcune delle strategie e dei requisiti individuati nel paragrafo 4.2., di cui si richiamano quelli presi a riferimento per l'utilizzo del suddetto materiale, che nel caso specifico della proposta trova applicazione in diverse declinazioni nella variante *high-tech*, specie perché condizionato dal costo di mercato che risulta più elevato rispetto a materiali reperibili in loco. In particolare, l'aerogel risponde ai requisiti di:

- Leggerezza
- Minimo ingombro
- Facile trasportabilità
- Manovrabilità
- Reversibilità
- Sostenibile
- Durabilità
- Benessere termoigrometrico
- Benessere visivo attenzionale

Tali requisiti, trovano, in larga misura, risposta nell'opportunità di impiego dell'Aerogel, un materiale utilizzato per applicazioni dell'industria aerospaziale, indagando nelle pagine che seguono le relative proprietà come opportunità di utilizzo nella declinazione di

pelle dell'edificio, ossia l'involucro.

Definizione

L'aerogel è una miscela, simile al gel, costituita da una sostanza allo stato solido e un gas, per cui rispetto al gel il componente liquido è sostituito con gas.

Origini e scoperta

L'aerogel è stato creato da Steven Kistler⁷⁵ nel 1931, a seguito di un esperimento, consistente nel provare che un gel contenesse una matrice solida delle stesse dimensioni e forma del gel stesso. Per provare tale ipotesi rimosse il liquido di una “gelatina” con del gas, lasciando così integra la parte solida. Infatti, se il gel veniva semplicemente fatto asciugare, a seguito del cambiamento di fase da liquido a gassoso, la struttura collassava, giungendo solo ad una frazione del volume iniziale, con la rottura della componente solida. Kistler suppose, quindi, che la componente solida del gel fosse microporosa e che l'interfaccia liquido-vapore del liquido evaporante provocasse la distruzione della struttura dei pori a causa delle intense forze di tensione superficiale (fig. 47).

In questo modo, Kistler intuì l'aspetto determinante della produzione dell'aerogel: sostituire il liquido con aria, facendolo passare attraverso condizioni supercritiche in cui, pertanto, non fossero presenti contemporaneamente le due fasi e fossero assenti le tensioni superficiali. Scopri, così, il segreto per disidratare il gel evitandone il collasso. Viene sottratto il liquido ad elevate temperature e pressioni, portando il liquido allo stato ipercritico, in cui non è più possibile distinguere tra liquido e gas. Dopo aver creato le condizioni ipercritiche, la pressione viene fatta lentamente diminuire: il fluido ipercritico viene quindi espulso dal gel senza i distruttivi effetti dovuti alla tensione superficiale. Ciò che rimane è un aerogel con il 98% di aria.⁷⁶ Il lavoro di Kistler portò a diverse composizioni di aerogel basati su silicio, alluminio, cromo e stagno. Successivamente, nel 1990 sono stati sperimentati Aerogel di carbonio⁷⁷.



fig. 47. Procedimenti chimici per la produzione dell'aerogel

⁷⁵ Presso il College of the Pacific a Stockton in California.

⁷⁶ L'aerogel di silice è prodotto per disidratazione di un gel, composto da silice colloidale, in condizioni elevatissime di pressione e temperatura. Il processo, inizia mescolando con l'acqua, alcol liquido, quale l'etanolo, ed un precursore (Si(OR)₄); in chimica, si definisce precursore la sostanza che interviene o si è formata in uno stadio preliminare di una reazione o di un processo chimico e che in seguito si è trasformata in un'altra o in altre sostanze; ciò porta alla formazione di gel di silice (sol-gel). Quindi, sfruttando un processo definito *essiccamento supercritico*, l'alcol viene rimosso dal gel. Ciò si realizza utilizzando acetone, che solubilizza l'etanolo per poi essere entrambi rimossi dalla CO₂ supercritica. Una variante di questo processo implica l'iniezione diretta del diossido di carbonio supercritico nel recipiente pressurizzato in cui è posto l'aerogel. Il risultato finale consiste nella rimozione di tutta la fase liquida dal gel che viene rimpiazzata da gas, senza permettere all'intera struttura del gel un collasso o una diminuzione del proprio volume.

⁷⁷ Una veloce indagine rileva alcune tipologie di aerogel compositi:

- o di silice, ottenuto dal gel di silice. Grazie alla forte capacità di assorbimento della radiazione infrarossa, è possibile realizzare materiali che lascino entrare la luce solare all'interno delle costruzioni assicurando però l'isolamento termico. Eccellenti proprietà isolanti, grazie ad una conducibilità termica bassa. Il suo punto di fusione è di 1200 °C. L'aerogel di silice è unito a un rinforzo fibroso che ne assicura flessibilità e durata, in base alle fibre utilizzate e all'aggiunta di additivi opacizzanti.

Caratteristiche generali

L'aerogel è la sostanza solida meno densa conosciuta, ovvero la più leggera per metro cubo. E' composta dal 99,8% di aria, racchiusa in pori di dimensioni nanometriche che ne impediscono il movimento e quindi la trasmissione di calore per convezione, e dallo 0,2% di diossido di silicio, il principale componente del vetro. L'aerogel è mille volte meno denso del vetro, tre volte più pesante dell'aria, ed è in grado di sopportare altissime temperature, garantendo un ottimo isolamento termico. La sua struttura è costituita da particelle con diametro medio pari a 10 nm e nanopori aperti da 1 a 100nm (un nanometro è un milionesimo di millimetro) (fig.48).

fig. 49. Capacità di carico.

(a sinistra) un blocco di pietra di 2,5 kg è sostenuto da un blocco di aerogel di 2 g.
(a destra) uno pneumatico poggia sopra un tappetino di aerogel.

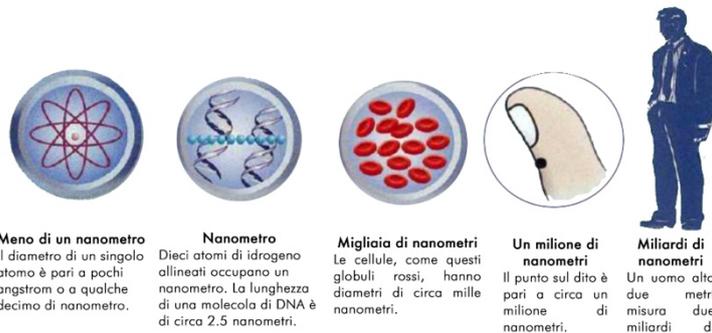


fig. 48. Rappresentazione comparativa dimensioni nanometriche.

Proprietà

Resistenza meccanica: può sostenere una massa di 1000 volte il suo peso, ma può incorrere alla rottura per errata manipolazione. Infatti, una leggera pressione sulla superficie di un aerogel non lascia alcun segno, mentre, una pressione di maggiore entità lascerà un segno permanente o causerà la frantumazione simile a quella di un vetro; questa proprietà è definita *friabilità*. Tuttavia, strutturalmente è un materiale molto resistente. Le sue impressionanti capacità di carico sono dovute alla sua microstruttura dendritica (ramificata), nella quale particelle sferiche di dimensioni medie di 2-5 nm sono fuse insieme a formare un *cluster*. Questi cluster formano una struttura tridimensionale altamente porosa con catene a forma pressoché di *frattale*, con pori di dimensioni minori di 100 nm. La dimensione media e la densità dei pori può essere controllata durante il processo di produzione (fig. 49).

- o di carbonio, composto da particelle dell'ordine del nanometro. Possiedono porosità molto elevata. Commercialmente è disponibile in forma solida, in polvere o in foglio composito, costituito da fibre di carbonio, impregnato con aerogel di resorcinolo-formaldeide e priolizzato. Gli aerogel di carbonio assorbono fortemente la radiazione infrarossa, riflettendo solamente lo 0,3% della radiazione compresa tra i 250 nm e 14,3 μm , e questa loro proprietà li rende efficienti nell'immagazzinare l'energia solare.
- o di allumina, sono composti da ossido di alluminio. Questi aerogel trovano utilizzo come catalizzatori, specialmente nel drogaggio di metalli con altri metalli. L'aerogel di nichel-allumina rappresenta la più comune combinazione. Gli aerogel di allumina sono quelli studiati dalla NASA per la cattura di particelle iperveloci.

Proprietà isolanti (termiche): gli aerogel sono eccezionali isolanti termici. Sono dei buoni inibitori convettivi, tanto che l'aria non può circolare all'interno del reticolo, opponendo quindi una straordinaria resistenza al passaggio del flusso termico di calore. L'aerogel dalle maggiori proprietà isolanti è quello di silice addizionato di carbonio. A causa della loro natura igroscopica, gli aerogel sono dei forti essiccanti (fig. 50).

Proprietà isolanti (acustiche): La propagazione del suono mostra una velocità ridottissima (100 m/s), tra le più basse in un solido.

Tatto: la sua superficie al tatto ricorda una schiuma leggera o gommapiuma, anche se non è altrettanto morbido. Gli aerogel sono materiali secchi e piuttosto che somigliare a un classico gel le loro proprietà fisiche li rendono più simili a una nanoschiuma.

Proprietà estetiche: l'aerogel, costituito prevalentemente da aria, appare semitrasparente. E' conosciuto anche con i nomi *fumo ghiacciato*, *fumo solido* o *fumo blu*⁷⁸ con una colorazione tendente all'azzurro azzurrognola.⁷⁹ (fig. 51).

Proprietà igroscopica: gli aerogel per loro natura sono idrofili, ma i trattamenti chimici possono renderli idrofobi. A causa della loro natura igroscopica, gli aerogel sono dei forti essiccanti. Se assorbono umidità possono subire modificazioni strutturali, come la contrazione e il deterioramento, ma rendendoli idrofobi è possibile prevenire questa degradazione. Gli aerogel con la parte interna resa idrofoba sono meno suscettibili alla degradazione rispetto a quelli in cui è stato reso idrofobo solamente lo strato più esterno, persino nel caso in cui una crepa ne penetri la superficie. Inoltre i trattamenti idrofobizzanti favoriscono le lavorazioni successive consentendo l'uso del taglio ad acqua.

Gli aerogel sono dei materiali che trovano diverse applicazioni, dall'abbigliamento⁸⁰ alla dispensazione dei farmaci⁸¹, dalla fabbricazione di oggetti⁸² ed equipaggiamenti sportivi alle tute spaziali, dalle isolamento termico delle sonde e dei *rover* lanciati nello spazio⁸³

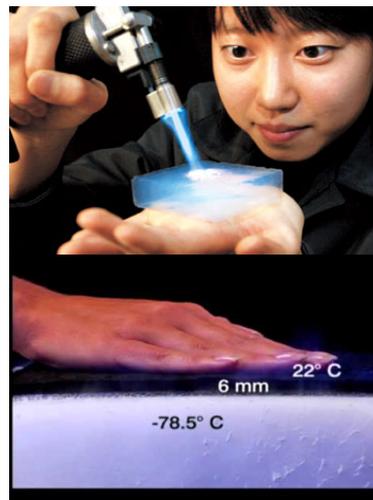


fig. 50. Proprietà isolante; in condizioni sia di elevata (f. sopra) che bassa temperatura (f. sotto).



fig. 51. Proprietà estetiche, tattili e di modellazione-

⁷⁸ Il fenomeno di *scattering di Rayleigh* consiste nella diffusione di un'onda luminosa provocata da particelle piccole rispetto alla "lunghezza d'onda" dell'onda stessa, che avviene quando la luce attraversa un mezzo sostanzialmente trasparente, soprattutto gas e liquidi. Infatti, nel caso dell'aerogel si hanno lunghezze d'onda minori dello spettro visibile da parte della struttura dendritica nanometrica.

⁷⁹ Dopo diversi esperimenti in assenza di forza di gravità, un gruppo di ricercatori ha dimostrato che la produzione di aerogel in un ambiente microgravitazionale può dare origine a particelle di dimensioni più uniformi e ridurre l'effetto dovuto allo *scattering Rayleigh* negli aerogel di silice, rendendolo quindi più trasparente.

⁸⁰ Un giubbotto progettato e realizzato in Italia, *Aboslute Zero* e *Aboslute Frontiers*.

⁸¹ Grazie alla sua biocompatibilità, l'aerogel può essere utilizzato come sistema di dispensazione dei farmaci. L'elevata area superficiale e la struttura porosa permettono l'assorbimento dei farmaci da CO₂ supercritica.

⁸² E' impiegato come componente nella fabbricazione di racchette da tennis e in particolare è stato adottato dalla casa produttrice *Dunlop*.

⁸³ La NASA ha utilizzato l'aerogel per l'isolamento termico del *Mars rover* e delle tute spaziali e, per intrappolare le particelle di polvere interstellare durante la missione della sonda *Stardust*. Queste particelle si vaporizzano per impatto con solidi e passano attraverso i gas, ma possono essere intrappolate negli aerogel.

all'isolamento termico delle finestre⁸⁴, dall'utilizzo come catalizzatore⁸⁵ alla rimozione di metalli pesanti dalle acque⁸⁶. (fig. 52).

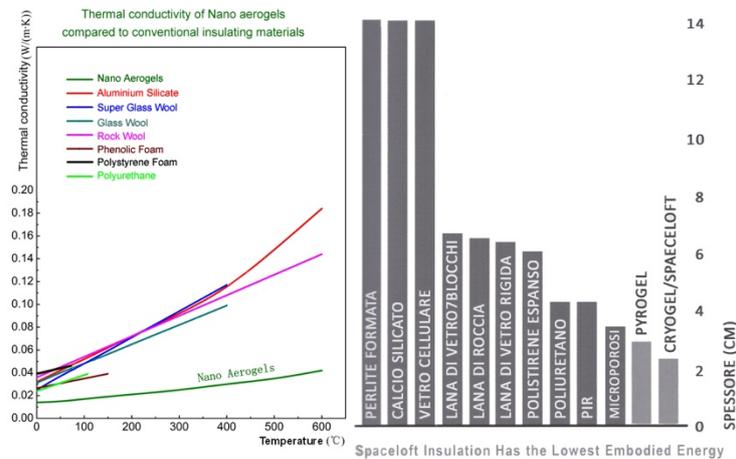
fig. 52. Applicazioni: da sinistra, giubbotti e tute con aerogel come isolante, racchetta da tennis Dunlop in cui l'aerogel è utilizzato come cuscinetto per sopportare la vibrazione delle corde, sonda Stardust della NASA per intrappolare le particelle di polvere interstellare.



Da una veloce disamina di quanto descritto sinora, si riassumono le principali caratteristiche del materiale in: **ridotte dimensioni** che si traducono in minori spazi per l'isolamento e nell'abbattimento dei costi di trasporto, imballo e smaltimento, **leggerezza** - pesa appena tre volte l'aria e dieci volte meno del più leggero coibente termico, **trasparenza** e, **resistenza al passaggio del calore** - vista la esigua frazione di solido di cui è composto il materiale. La coibenza termica viene ulteriormente aumentata quando si elimina il trasporto di calore per convezione del gas interno ai pori, mediante applicazione sotto vuoto; i valori di coibenza, in questo caso, risultano sensibilmente maggiori di quelli dei migliori coibenti in fibra minerale (fig. 53).

A parità di prestazione isolante, 1 cm di aerogel equivale a 5 cm di polistirene (fig. 54).

figg. 53, 54. (a sinistra) confronto conducibilità termica. (a destra) confronto dello spessore dei materiali isolanti a parità di prestazioni.



Tuttavia, per una corretta applicazione del materiale è necessario considerare anche alcune problematiche: anzitutto un'elevata fragilità e il comportamento idrofobo della superficie, entrambi conseguenti ad una bassa resistenza a trazione del materiale. Tali difficoltà è possibile risolverle, ad esempio, inserendo l'aerogel nell'intercapedine di un

⁸⁴ L'aerogel trasparente di silice sarebbe molto adatto come materiale per l'isolamento termico delle finestre, limitando significativamente la dispersione di calore degli edifici. In edilizia attualmente si trova solo all'interno di prodotti che presentano dei supporti di rinforzo, ottenendo dei materassini.

⁸⁵ L'elevata area superficiale dell'aerogel lo rende utile nella purificazione chimica.

⁸⁶ I *calcogel* potrebbero essere impiegati per rimuovere metalli pesanti quali mercurio, piombo e cadmio da acque inquinate.

sistema vetrato e successivamente depressurizzando l'intercapedine.⁸⁷

In virtù di tali caratteristiche, questa tipologia di materiale presenta una flessibilità d'uso che consente l'adattamento a geometrie anche complesse ed irregolari, individuandone, inoltre, l'idoneità anche ad applicazioni di retrofit energetico.

In relazione ad una specifica applicazione, la prestazione dell'aerogel può essere aumentata aggiungendo degli agenti "dopanti", rinforzandone la struttura o aggiungendo diverse sostanze. In tal modo il campo di applicazione di questi materiali può essere ampiamente esteso.

L'interesse per l'aerogel negli anni, inoltre, ha portato a metodi di produzione sempre meno costosi e più sicuri, senza l'utilizzo di materiali nocivi o fortemente reattivi. Oggi i costi di produzione sono scesi a livello della commercializzazione su ampia scala consentendo l'utilizzo degli aerogel in vasti campi applicativi.

⁸⁷ Un sistema simile può, però, portare con sé delle altre problematiche di minore o maggiore importanza; laddove la vetrocamera è riempita con aerogel piuttosto che con aria, si riscontrano degli aspetti negativi, quali la riduzione della trasmissione luminosa del 25-30%; la riduzione della trasmittanza termica tra il 40 e il 60%; distorsioni delle immagini.

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Definizione del concept del sistema-copertura, caratterizzato dalla necessità di rispondere ad alcuni requisiti ed esigenze individuati nella fase precedente, individuando materiali e caratteristiche. E' stato definito un *catalogo di indicazioni progettuali*.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.

1 fase		2 fase		3 fase		4 fase	
Analitico-conoscitiva		Analitico-critica		Propositiva - di elaborazione		Verifica per contestualizzazione	
Definizione del tema	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Costruzione base bibliografica	Analisi istruttoria	Sviluppo del concept	Definizione degli ambiti e scenari applicativi
Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Creazione della conoscenza di base dell'ambito di ricerca	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Stesura e definizione del progetto del componente.	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.
Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Analisi degli ambiti e del mercato. Individuazione problematica. Individuazione caso studio.
Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.
Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo caso studio. Repertorio schede.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.

Fasi		Compiti	
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare i riscontri circa la validità del tema	Validazione del programma
Azioni e strumenti	Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca
Risultati	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma piano lavoro e indice.



CAPITOLO VI_ Le componenti tecnologiche e gli assetti per funzioni decontestualizzabili

6.1_ Il componente-sistema

6.2_ Il catalogo per il progettista

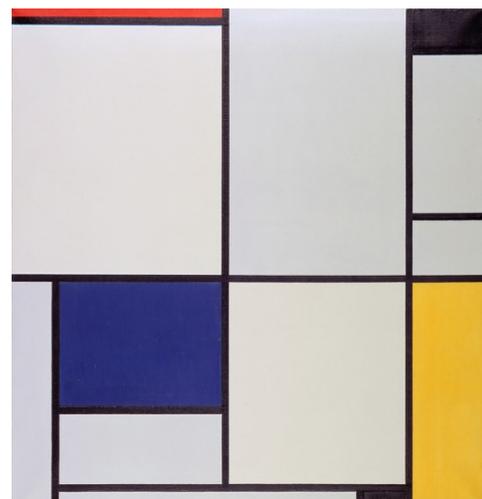


fig. 55. *Tableau I*, Piet Mondrian 1929.

“E’ errato ritenere che l’architettura si corromperà a causa dell’industrializzazione nella costruzione di alloggi. Non c’è ragione di temere una monotonia...purché si badi a soddisfare il requisito fondamentale di standardizzare soltanto gli elementi costruttivi, mentre l’aspetto degli edifici con essi varierà...La loro ‘bellezza’ dovrebbe essere assicurata da materiali di buona qualità e... da una progettazione lucida e semplice...Il successo col quale questi elementi costruttivi...vengono interpretati in una struttura concreta di proporzione equilibrata dipende dall’architetto.”⁸⁸”

⁸⁸ Gropius W., *Scope of total Architecture*, 1955; trad. it., *Architettura integrata*, Mondadori, Milano, 1959.

6.1_ IL COMPONENTE-SISTEMA

Una definizione esaustiva di **componente** è stata formulata da G. Ciribini, che definisce come componente edilizio *“qualsiasi prodotto possedente una forma per la quale date dimensioni sono definite. I componenti possono essere semplici o elementari oppure complessi o composti, cioè formati di prodotti semplici raggruppati in un tutto unitario”*⁸⁹.

Per **sistema** si intende, invece, *“un insieme dotato di struttura, ossia un insieme di oggetti in cui esistono delle relazioni fra gli oggetti e fra i loro attributi. Oggetti sono semplicemente le parti o componenti di un sistema e la varietà di queste parti è illimitata...Attributi sono le proprietà degli oggetti”*⁹⁰.

Tali definizioni delimitano l'ambito progettuale a cui si riferisce il presente lavoro, volto alla progettazione di un componente inteso come sistema costituito da elementi. A tal proposito ci si avvale dell'espressione *componente-sistema*, fornita da Guido Nardi, che induce a considerare il componente, non solo alla stregua del sistema, ma come *elemento esso stesso di un sistema più ampio*⁹¹, in tal senso quindi, oggetti e attributi sono coordinati e relazionati in virtù di specifici requisiti cui il componente deve assolvere.

I principi che hanno accompagnato lo sviluppo del concept del componente possono essere ricondotti ad alcuni temi di ricerca:

- Sviluppo di un sistema modulare tale da favorire soluzioni architettoniche variabili in relazione alle necessità del progettista.
- Sviluppo di soluzioni tali da favorire la riduzione dell'impatto ambientale tramite la scelta di processi, metodi e materiali durevoli.
- Integrazione architettoniche e tecnologica per la produzione di energia rinnovabile.

Lo studio dell'elemento di copertura è stato, quindi, gestito sulla base dei requisiti, delle esigenze, delle opportunità e necessità applicative precedentemente indagate; da esse, infatti, è scaturita la configurazione di un componente base, decontestualizzato, con caratteristiche di modularità e requisiti di flessibilità e trasportabilità; tale componente, sottoposto ad implementazione con varianti di prodotto delle “stanze” tecnologiche di cui è composto, permette così, di poter essere contestualizzato in funzione di necessità contingenti.

Il progetto spaziale e strutturale del componente è stato condotto su elementi modulari corrispondenti a due fasi di installazione, definite

⁸⁹ Cfr. *La strategia dei componenti nel processo delle costruzioni*, in Centro Italiano dell'Edilizia, *Coordinamento dei materiali e delle tecniche nell'edilizia industrializzata - componenting - aspetti della progettazione*, Roma, Cie, 1968, pag.22.

⁹⁰ Susani G., *Scienza e progetto*, Marsilio, Padova, 1968, pag. 312.

⁹¹ Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, FrancoAngeli Editore, Milano, 1979, pag. 78.

sostanzialmente tramite un sistema primario ed uno secondario di posa in opera.

L'idea iniziale, suggerita anche dalle esperienze derivanti dal trasferimento cognitivo (*One laptop e Bloomframe*) è stata quella di sviluppare un sistema variabile che, se connesso ad un impianto di automazione, potesse diventare parzialmente indipendente dalla gestione degli strati interni da parte dell'utenza.

In virtù dei requisiti individuati, ed in particolare la necessità che il sistema risponda al requisito di "leggerezza", che ne richiama altri come la facile trasportabilità, manovrabilità, stoccabilità, ecc., il progetto degli elementi è stato orientato verso la scelta di materiali con simili caratteristiche (in particolare l'impiego dell'alluminio per il sistema principale), sino ai materiali di isolamento come l'aerogel, già precedentemente indagato.

Perché l'alluminio?

Il quadro storico ripercorso evidenzia il passaggio da un'architettura che utilizzava prevalentemente la prefabbricazione per la totalità del manufatto⁹² ad una che si avvale della prefabbricazione per la componentistica, da comporre e assemblare anche in cantiere.

L'alluminio offre la possibilità di realizzare strutture e componenti ad alte prestazioni, rispettose dell'ambiente, leggere e manovrabili, riducendo i carichi trasmessi alle strutture. Inoltre, la caratteristica resistenza alla corrosione produce effetti anche sui costi di manutenzione, notevolmente ridotti.

Grazie alle sue proprietà fisiche e meccaniche, contribuisce alla sostenibilità delle strutture, fornendo un'ottima risposta prestazionale in termini economici, ecologici, funzionali e strutturali⁹³. E' un metallo che può definirsi "verde", in quanto atossico, riciclabile, facilmente estrudibile e modellabile ma al contempo resistente e durevole.⁹⁴ Nonostante, infatti, l'elevato costo iniziale e le grandi quantità di energia necessarie in fase di produzione, le caratteristiche delle leghe di alluminio consentono di raggiungere performance sostenibili se si considera l'intero ciclo di vita di servizio dell'edificio. A tal proposito, si considera che l'alluminio ha un ciclo di vita lungo che va dai 30 ai 50 anni, e che la notevole energia investita nella sua produzione primaria può essere reinvestita in altri prodotti di alluminio, una volta dismesso, essendo riciclabile.⁹⁵

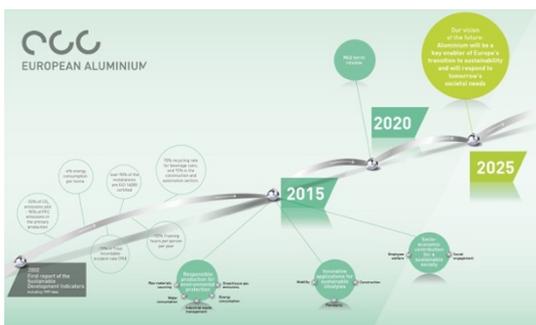


fig. 56. Sopra, European aluminium industry Sustainability Roadmap towards 2025. Sotto, ciclo produttivo dell'alluminio e riciclo. Fonte: <http://www.eaa.net>

⁹² Tale tematica è affrontata nel paragrafo 2.1.3.

⁹³ Cfr. Efthymiou E., Cocen N. O., Russo Ermolli S., *Sustainable Aluminium Systems*, Sustainability, vol.2, 2010

⁹⁴ È consigliato per zone con temperature elevate e la luce solare intensa.

⁹⁵ Le costruzioni in alluminio sono facilmente smontabili, ed il trasporto e il processo di riciclo per produrre lingotti secondari dal materiale dismesso richiede, senza perdita di qualità, solo il 5% dell'energia richiesta invece per produrre l'alluminio puro. Cfr. Efthymiou E., Cocen N. O., Russo Ermolli S., *Sustainable Aluminium Systems*, Sustainability, vol.2, 2010.

L'utilizzo dell'alluminio in architettura⁹⁶ consente al progettista una versatilità compositiva traducibile nella possibilità di conferire all'involucro esterno dell'edificio un significato di "pelle" separato dal supporto.

L'alluminio, utilizzato per il sistema principale, ha proprietà utili alle sopracitate finalità: leggero, duttile, facilmente lavorabile e non eccessivamente oneroso, resistente alla corrosione, riflettente, ottimo conduttore termico, efficace barriera alla luce, all'aria, all'umidità, oltre ad essere riciclabile conservando inalterate le caratteristiche del materiale all'origine, ed agevolare le modalità di manutenzione.

La modularità che si propone tramite l'uso dei profilati permette, infatti, una manutenzione localizzata, risparmiando inoltre sui tempi e le spese.

Principali elementi del prototipo:

Il sistema è stato concepito come un componente pre-assemblato ed assemblabile a secco, caratterizzato da un disegno spaziale e geometrico semplice, configurabile in modo variabile sia rispetto alla geometria che agli strati funzionali e relativi materiali. Ogni modulo è costituito da una parte fissa ed una mobile in alluminio, ipotizzati attivabili all'occorrenza tramite dispositivi manuali e/o automatici (non è stato possibile sperimentare, tramite prototipazione, le modalità di attivazione e scorrimento).

Sistema primario

Il sistema proposto si basa sull'impiego di profilati estrusi in lega d'alluminio su disegno, sottoposti ad ossidazione anodica dura⁹⁷. Il tipo di lega considerato rientra nel gruppo 6005A (AlSiMg, Alluminio – silicio – magnesio) utilizzata per il settore della nautica, in applicazioni strutturali, per la meccanica, nel settore autoferrotranviario; tali leghe presentano buone caratteristiche di saldabilità, resistenza alla corrosione, lavorabilità, conformazione a caldo, attitudine all'ossidazione anodica.

I moduli, completi di connettori, sono proposti con un passo modulare di 1200x1200 mm ed una altezza di 180 mm, i cui profilati hanno lunghezza 1100 e sono caratterizzati da un sistema telescopico che consente un incremento fino ad un massimo di ulteriori 1000 mm, al netto dello scarto dovuto allo scorrimento (fig. 57).

⁹⁶ In molte applicazioni progettuali degli ultimi decenni (si pensi ai progetti dello studio DOPB in cui l'involucro è definito soprattutto da soluzioni in alluminio, ai progetti di Toyo Ito in alluminio) si riscontra tra le scelte più frequenti l'uso di leghe metalliche sia per ragioni estetiche, tecniche ed economiche.

⁹⁷ Si ricorre a un'anodizzazione dura quando serve una buona resistenza all'usura, all'abrasione e una durezza superficiale elevata, con uno spessore che va dai 25 ai 50 micron. Lo strato protettivo che si crea è di tipo ceramico, molto duro, refrattario al calore e inasportabile. Cfr. *Soluzioni innovative per la protezione dell'alluminio*, MaTech, Camera di Commercio Padova, novembre 2012.

fig. 57. Il profilato base contenuto nel componente, parte fissa e mobile.



fig. 58. Sezione frontale

Il limite dimensionale del modulo è dipeso da tre fattori fondamentali ed incidenti, a loro volta, sulla riduzione dell'inquinamento e dei consumi dovuti al trasporto:

- la *corrispondenza agli standard di trasporto* comunemente usati (ad es. container: 2,50x13m), in risposta al requisito di ottimale trasportabilità;⁹⁸
- *riduzione del peso* dell'elemento pre-assemblato: essendo stato studiato principalmente in funzione della decontestualizzazione, l'ottimizzazione del rapporto volume/peso è ricercata sia per garantire i requisiti di manovrabilità, stoccaggio, e trasporto, sia per ridurre l'aggravio del peso del componente qualora installato su preesistenze o per azioni di retrofit.
- *conformità alle dimensioni dei componenti edilizi* generalmente disponibili sul mercato dei prodotti per l'edilizia: questo aspetto è considerato in funzione dell'adattabilità ambientale del prototipo, ossia rispetto ad esigenze di installazione che, per motivi economici, ambientali, prestazionali richiedono la sostituzione o integrazione di materiali reperibili *in situ*.



fig. 59. Vista assonometrica

⁹⁸ In merito a tale corrispondenza si rimanda all'Allegato 1- dimensionamento dei container.

I singoli profilati che costituiscono il modulo sono assemblati tramite un connettore in alluminio pressofuso appositamente disegnato per il profilato, fissato con viti autofilettanti a specifici fori del profilato fisso (fig. 60). Lo stesso è anche dimensionalmente configurato per la giunzione dei profilati scorrevoli.

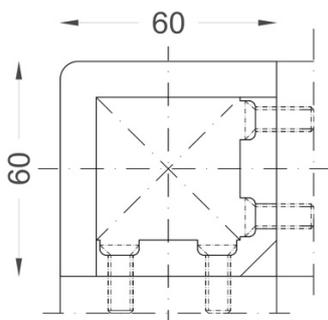


fig. 60. Elemento di collegato angolare tra due profilati.

Il carattere telescopico del modulo permette di coprire una superficie utile di 2,76 mq (per ciascun modulo), consentendo, ad esempio, tramite l'utilizzo di n° 52 elementi di coprire una superficie utile di 150 mq quale può essere la copertura di un modulo abitativo, ex novo, per 4/6 persone di dimensioni utili 15,60x9,60m.

Il modulo consente l'alloggiamento al suo interno di due strati funzionali, più altri due estraibili, creando così delle sorte di "stanze" tecnologiche funzionali alle principali prestazioni cui la copertura assolve, ossia di isolamento e protezione dal soleggiamento, di cui si individuano nel "catalogo per il progettista", definito nel paragrafo che segue, una gamma di varianti ed alternative di prodotto, tra quelle proposte dal mercato e adattabili al modulo, tra le quali il progettista può scegliere, per esigenze diversificate e adattabili a destinazioni d'uso, contesti climatici e particolari esigenze contingenti.

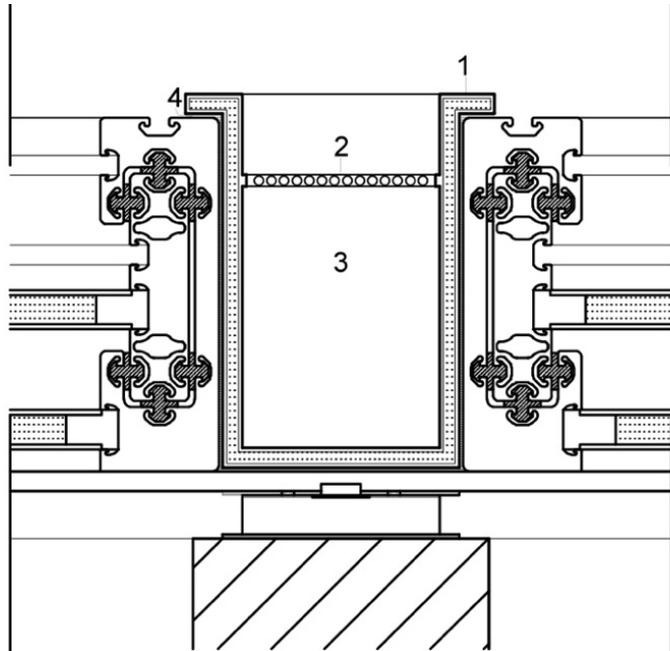
Sistema di assemblaggio principale



fig. 61. Profilo di testa nel caso di applicazione speculare dei moduli; soluzione ad incastro e viti autofilettanti.

La modularità del componente prevede l'assemblabilità in opera dei diversi elementi tramite tecniche di assemblaggio a secco. Sono state previste due soluzioni principali, la cui scelta è in funzione del grado di implementabilità richiesto per rispondere ad esigenze di tipo economico o prestazionale. Si propongono due varianti, attuabili anche contestualmente in funzione degli elementi necessari a coprire un'intera superficie:

- assemblaggio a secco con un sistema di bullonatura tra due profilati opportunamente distanziati; nel caso che i moduli siano posti in modo speculare tra loro, l'assemblaggio sarà definito da un elemento ad incastro tra due profilati, e fissato con viti autofilettanti (fig. 61).
- un elemento di intermediazione scatolare in tecnopolimero in PPS⁹⁹, che oltre a collegare i moduli tramite assemblaggio a secco, irrigidisce la struttura. Viene proposto in larghezze differenti, in virtù di diversificate esigenze applicative dimensionali (135, 155, 180, 200 mm) e tipologicamente in due varianti principali, con gradi di funzionalità differenti:
 - la più semplice consiste in un elemento di dimensioni tali da consentire il deflusso delle acque meteoriche (fig. 62);

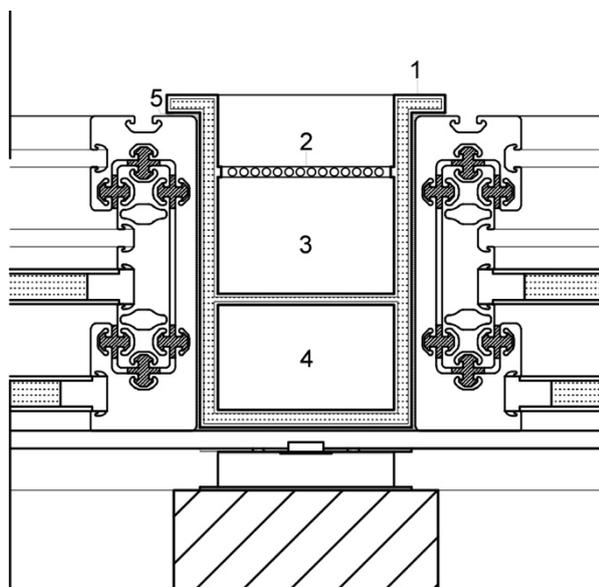


1. Scocca in tecnopolimero in PPS, sp. 10 mm, riempito di aerogel a granuli; 155x2160x190mm.
2. Griglia per il deflusso delle acque
3. Cavedio di scolo per le acque meteoriche
4. Resina di incollaggio.

fig. 62. Prima tipologia dell'elemento di assemblaggio.

⁹⁹ E' un polimero semi-cristallino utilizzato per la realizzazione di componenti per stampaggio ad iniezione. E' caratterizzato da una buona rigidità anche ad alte temperature, temperatura di servizio in continuo elevata, bassissimo assorbimento di H₂O, proprietà autoestinguenti, buona resistenza chimica anche in ambienti particolarmente aggressivi, eccellenti caratteristiche di isolamento elettrico.

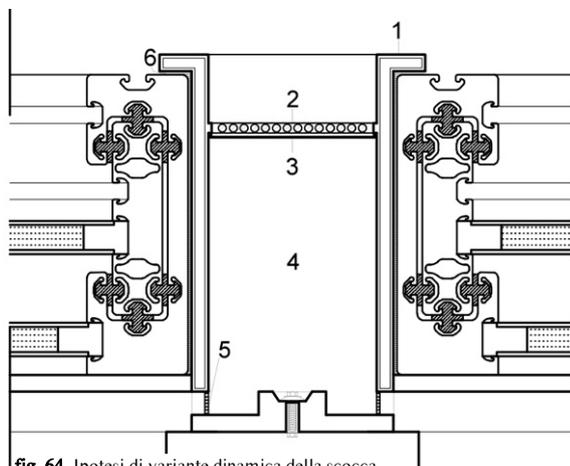
- una seconda variante è progettata per consentire di alloggiare al suo interno sia i cavi elettrici necessari ad elementi accessori (antenne, dispositivi, ecc.) ed al funzionamento del fotovoltaico, solare termico o minieolico, laddove installati, sia come canale per il deflusso delle acque meteoriche (fig. 63).



1. Scocca in tecnopolimero in PPS, sp.10 mm, riempito di aerogel a granuli;
2. Griglia per il deflusso delle acque
3. Cavedio di scolo per le acque
4. Cavedio per il passaggio dei cavi elettrici dei pannelli
5. Resina di incollaggio

fig. 63. Seconda tipologia del sistema di assemblaggio.

- una terza variante, proposta a titolo esemplificativo per il “proseguo” della proposta di ricerca con future implementazioni da verificarsi in funzione di specifiche necessità, e quindi non indagata ed inserita nel catalogo delle soluzioni, prevede l’inserimento di apposite “alette” per favorire la ventilazione; esse, possono essere fisse o regolabili, ossia tramite l’impiego di un sistema a “serranda” che, se collegato ad apparecchi di *smart device*, può controllarne e stabilirne il flusso (fig. 64).



1. Scocca in tecnopolimero in PPS, sp.10 mm, riempito di aerogel a granuli;
2. Alette per la ventilazione
3. “Serranda” regolabile per l’aerazione
4. Cavedio per l’aerazione
5. Bocchette d’aerazione
6. Resina d’incollaggio

fig. 64. Ipotesi di variante dinamica della scocca.

Gli elementi speciali ed integrati

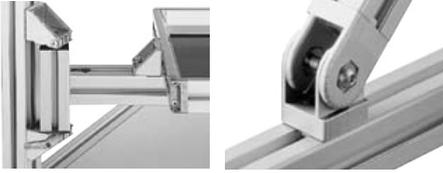
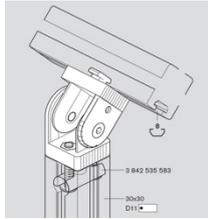


fig. 65. Snodi e supporti per sovrastrutture pesanti orientabili, Bosch Rexroth AG.



Altre componenti alloggiare nel sistema dei profilati si sostanziano in elementi retrattili e roto-traslativi utilizzati per integrare elementi utili per la captazione del vento (turbine micro-eoliche come quelle proposte nel cap. 2.2), l'approvvigionamento energetico tramite l'utilizzo di pannelli fotovoltaici ad inseguimento solare o tradizionalmente inclinati ma flessibili o ancora per l'alloggiamento di elementi accessori quali antenne, dispositivi, ecc. Per la definizione di tali elementi sono stati presi a riferimento le componenti di snodo prodotto dall'azienda Robert Bosch (fig. 65); per gli elementi di fonte energetica rinnovabile, invece, sono stati considerati nel "catalogo" alcuni prodotti, tra quelli presenti sull'odierno mercato, che per specifiche caratteristiche di flessibilità, dimensione e forma, possono meglio adattarsi al componente.

Sistema secondario

Il componente è definito, infine, da un sistema secondario, estensibile anch'esso tramite apposite guide: un carter in alluminio di dimensioni 5500 x 2200/4650 mm, telescopico secondo l'asse minore.

E' stata prevista, inoltre, un configurazione angolare di tale elemento, a seguito dell'applicazione del sistema su un edificio esistente. Il progetto spaziale e morfologico del carter è stato condotto in funzione delle dimensioni dei moduli e principalmente per assolvere ad aspetti di tipo:

- funzionale: di raccordo alla struttura.
- tecnico: raccordo ed alloggiamento del sistema primario modulare.
- morfologico: il design dell'elemento può essere configurato secondo le esigenze e le richieste legate alla committenza oltre che per specifiche di adeguamento urbanistico se applicato in contesti urbani consolidati.

In virtù della possibilità di impiegare anche strati traslucenti, il sistema secondario è progettato in relazione a due varianti (fig. 66):

- una prima variante a strato continuo in alluminio



fig. 66. Carter in alluminio strato chiuso.

- o una seconda variante in cui il carter può essere definito da un disegno ad intelaiatura, da impiegare nel caso si utilizzino strati interni al modulo che devono garantire il passaggio dell'irraggiamento solare; tuttavia la varietà dei casi di applicazione compositiva dei moduli in base a molteplici esigenze spaziali e di comfort, non permette di definire con precisione il rapporto tra vuoti e pieni, che sarà quindi, necessario configurare per ogni caso specifico (fig. 67, 68).

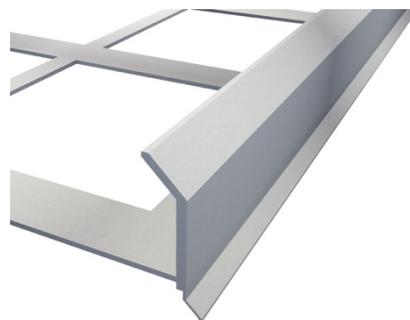


fig. 67. Sagoma del carter

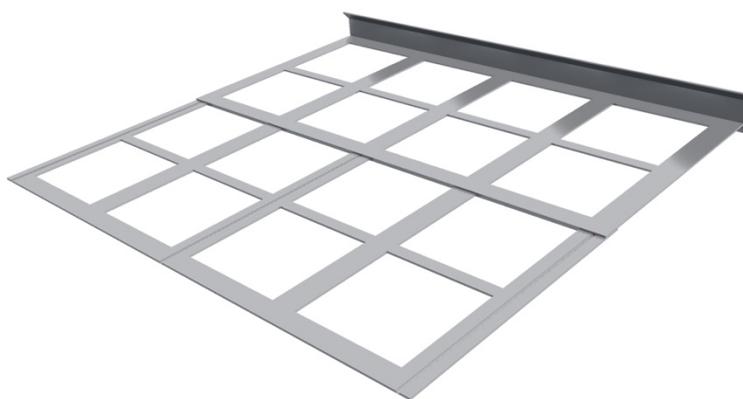


fig. 68. Carter a sistema intelaiato ipotizzato su una configurazione che prevede un'alternanza tra i moduli e la scocca per l'alloggiamento di cavi, tubi, ecc., e/o scolo acque.

Elemento di raccordo componente-struttura

L'elemento di raccordo del componente secondario alla struttura di un manufatto architettonico è costituito da un sistema d'appoggio in neoprene capace di sopportare simultaneamente carichi e deformazioni in ogni direzione.

Tali elementi, di dimensioni 100x100 mm con un'altezza pari a 20/40 mm (in funzione del posizionamento), sono definiti da strati alternati di gomma e lamierini in acciaio (2/3 strati) per ottenere una maggiore rigidità e sopportare il carico del componente-sistema. L'installazione avviene tramite bullonatura in appositi spazi predisposti

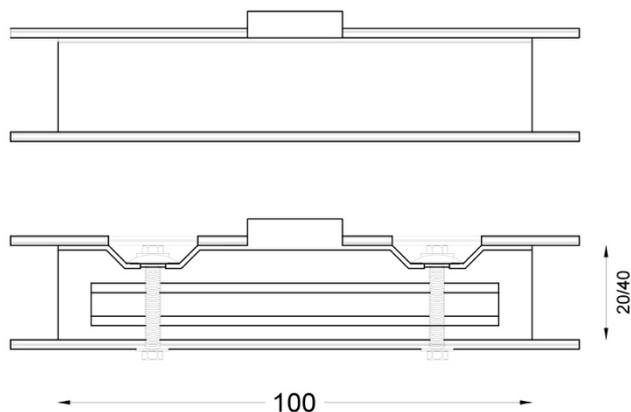


fig. 69. Sezione relativa all'elemento di appoggio

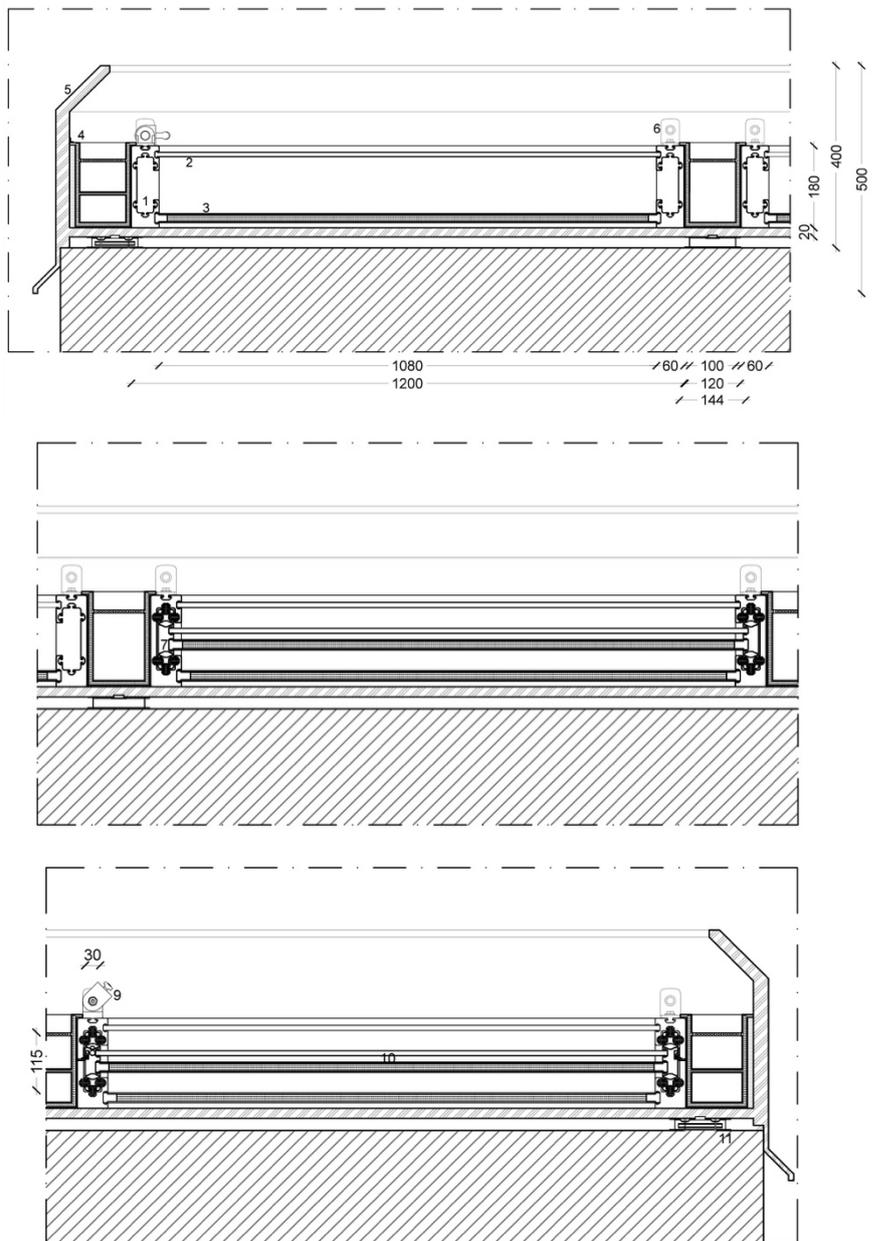
in tale elemento, oltre all'utilizzo di resine di incollaggio, ed un sistema ad incastro (vincolo) in un alloggiamento prefissato nel carter (fig. 69).

Il progetto spaziale del prototipo è stato principalmente condotto secondo un concetto di decontestualizzazione, ponendo in evidenza la modularità e ripetibilità del componente, e indicando nel "catalogo" gli elementi disponibili per possibili configurazioni relative ad assetti legati a differenti ipotesi e casistiche.

Si riportano di seguito i disegni relativi alla composizione decontestualizzata dell'assemblabilità del modulo (fig. 70, 71, 72):

1. Profilo in alluminio principale
2. 1° pannello tecnologico
3. 2° pannello tecnologico
4. Scocca in tecnopolio in PPS riempita con schiuma poliuretana espansa, per deflusso acque e alloggiamento cavi
5. Carter in alluminio
6. Elemento di fissaggio modulo-carter
7. Profilo in alluminio estraibile
8. Sistema a molla per chiusura modulo estratto
9. Elementi regolabili e orientabili per alloggiamento PV
10. 3° e 4° Pannello del modulo estraibile
11. Appoggio per collegamento componente-struttura

scala 1:10



figg. 70, 71, 72. Sezioni applicazione sistema decontestualizzato. Sopra, sezione modulo con profilati già estratti. Centro e sotto, sezione profilato estratto e scocche differenti.

6.2_ IL CATALOGO PER IL PROGETTISTA

La proposta di un sistema di copertura che, grazie alla variabilità di configurazione degli elementi che lo compongono permette di adattarsi a differenti contesti applicativi, permettendo facilità di montaggio, riduzione dei tempi e costi di costruzione, semplicità di manutenzione nonché reversibilità del sistema, è stata condotta con l'obiettivo ultimo di fornire un catalogo/manuale che permetta di poter scegliere gli elementi necessari e le opzioni in relazione alle specifiche esigenze realizzative. Il componente, infatti, costituito da elementi lineari di supporto agli strati interni permette l'intercambiabilità delle finiture, da opache a traslucenti, a trasparenti o ancora l'inserimento di elementi accessori.

In merito ai requisiti ulteriori di cui si è discusso e si rimanda al capitolo 4.2, il sistema in oggetto assicura caratteristiche di "adattività" rispetto agli aspetti connotanti i contesti applicativi dal punto di vista morfologico e funzionale. I fattori connotanti sono:

- a) attitudine del sistema a variare le sue caratteristiche formali in funzione delle peculiarità del "contesto" di riferimento: le tecniche di assemblaggio a secco consentono di apportare eventuali modifiche anche in fase di posa in opera.
- b) attitudine del sistema a variare la sua conformazione spaziale in base alla tipologia di manufatto: sono previste varianti riferite sia al sistema primario che secondario, il sistema prevede inoltre la possibilità di posizionare i moduli in successione e/o specularmente.
- c) attitudine del sistema a costituirsi in distribuzioni spaziali compatibili con le preesistenze: il carattere di modularità e gli elementi accessori (scocca) consentono di occupare l'intera superficie richiesta senza apportare modifiche dimensionali e morfologiche né al manufatto né al sistema in oggetto.
- d) attitudine del sistema ad adattarsi al livello di accessibilità dei luoghi (trasporto): il sistema ipotizzato presenta caratteristiche di assemblaggio tali da rendere conveniente ed attuabile il suo trasporto per componenti, compatibili con diversi tipi di trasporto.
- e) attitudine del sistema a costituirsi come sistema aperto rispetto a fattori inerenti la produzione locale ed integrarsi con gli elementi del contesto: il sistema offre l'opportunità di elaborare progetti compatibili con le caratteristiche del contesto di riferimento grazie alla possibilità di inserimento degli strati prestazionali all'interno degli spazi predisposti nei profilati, permettendo di poter attingere anche dalla produzione locale, qualora esistente, per la definizione delle caratteristiche di tali elementi.

Valutazione delle alternative di applicazione

APPLICAZIONE DI INTERVENTI INTEGRATIVI SULLE COPERTURE - rispetto delle indicazioni e dei criteri *

INDICAZIONI E CRITERI PROGETTUALI	✓ facilmente rispettabile + parzialmente rispettabile 0 difficilmente rispettabile							
		piana	monofalda	doppia falda	shed	padiglione a piramide	padiglione	mansardata
applicazione	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
estetica	±	±	±	±	±	±	±	±
multifunzionalità	±	✓	✓	0	✓	✓	✓	✓
misura	±	±	±	±	±	±	±	±
facilità di copertura della superficie	±	✓	✓	±	0	±	±	±
visibilità	±	±	±	±	±	±	±	±
forma	✓	✓	✓	±	0	±	±	±
raggruppamento	✓	✓	✓	±	0	±	±	±
complanarietà	±	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
rispetto della linea	✓	✓	✓	±	0	±	±	±
accuratezza								

*rielaborazione dello schema proposto nell'ambito della ricerca sulle "linee guida per installazioni in edifici storici", condotto dal centro SUPSI in Svizzera. In particolare si mutua lo schema elaborato per la verifica del rispetto dei criteri nell'impatto dei sistemi BiPV al variare della morfologia.

APPLICAZIONE DEL "COMPONENTE-SISTEMA" SULLE COPERTURE RISPETTO ALLE INDICAZIONI E AI CRITERI *

INDICAZIONI E CRITERI PROGETTUALI	✓ facilmente rispettabile + parzialmente rispettabile 0 difficilmente rispettabile ✗ non rispettabile							
		piana	monofalda	doppia falda	shed	padiglione a piramide	padiglione	mansardata
applicazione	✓	✓	±	✓	0	±	±	±
estetica	✓	✓	±	±	0	±	±	±
multifunzionalità	✓	✓	0	✓	±	±	±	✗
misura	±	±	✓	✓	0	±	±	±
facilità di copertura della superficie	✓	✓	±	✓	±	±	±	±
visibilità	✓	±	±	±	✓	✓	0	0
forma	✓	✓	✓	✓	✓	±	0	0
raggruppamento	✓	✓	✓	✓	0	±	±	✗
complanarietà	✓	✓	✓	✓	±	±	0	0
rispetto della linea	✓	✓	✓	✓	✓	✗	±	±
accuratezza	✓	±	✓	±	±	±	0	0

*Sebbene lo schema di riferimento sia stato proposto per l'integrazione di impianti fotovoltaici su coperture di edifici ricadenti in comparti urbani storici e consolidati, si è ritenuto utile adottare il sopracitato schema, specie in riferimento alle classi di criteri adottati, per verificare il grado di applicazione del componente-sistema elaborato, soprattutto se si considera come ambito di applicazione il patrimonio edilizio esistente. Sono state considerate solo le morfologie di copertura maggiormente presenti sul territorio nazionale, tralasciandone altre considerate nello studio originario ma non riconducibili né a manufatti residenziali né a tipologie riscontrabili nel territorio nazionale.

La differente corrispondenza dei criteri alle morfologie, che si può riscontrare tra lo schema SUPSI e la rielaborazione proposta in seno all'oggetto del presente lavoro, deriva soprattutto dalla caratterizzazione del componente proposto, essendo costituito da un doppio sistema: carter + modulo funzionale.

Nota: la tipologia di copertura combinata tra piana e monofalda non è contemplata in questo schema perchè i criteri progettuali da adottare sono riconducibili ad una media tra quelli riferiti alla c. piana e quelli riferiti alla c. monofalda, essendo per quasi tutti i criteri equivalenti.

✓ criteri ed indicazioni facili da rispettare

± criteri ed indicazioni attuabili ma con opportuni accorgimenti e scelte di componenti

0 criteri ed indicazioni attuabili solo con notevoli modifiche delle morfologie dei componenti

✗ criteri ed indicazioni che non è possibile rispettare

Definizioni indicatori

applicazione: relativa all'installazione del componente sull'intera superficie, integrandosi alla forma dell'edificio.

estetica: integrazione estetica del componente, compatibile dimensionalmente e visivamente con l'edificio e l'intorno.

multifunzionalità: riferita sia al sistema-componente che può sostituirsi o aggiungersi alla struttura del tetto, sia al grado di estendibilità.

misura: possibilità di

facilità di copertura della superficie: relativo al grado di adattabilità del sistema alla morfologia del manufatto.

visibilità: valutazione della visibilità del componente dall'intorno.

forma: garantire un aspetto non impattante sia rispetto all'edificio che all'intorno.

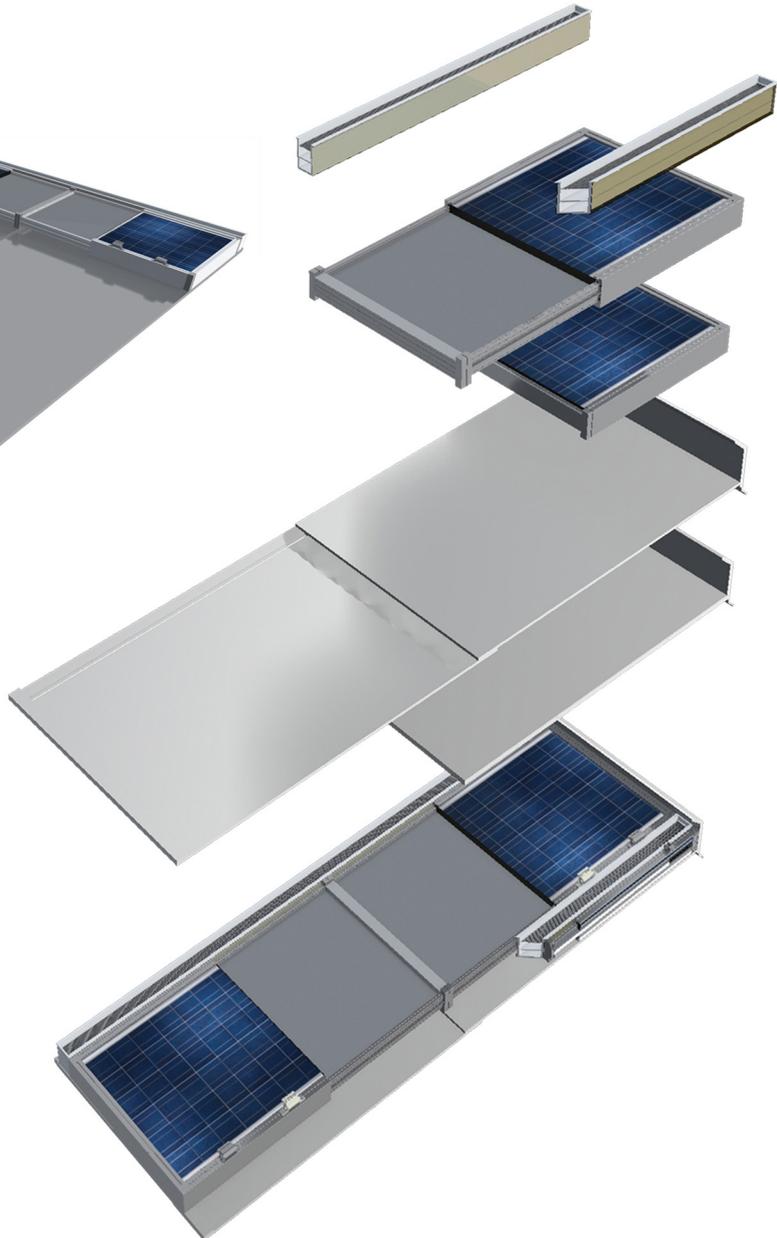
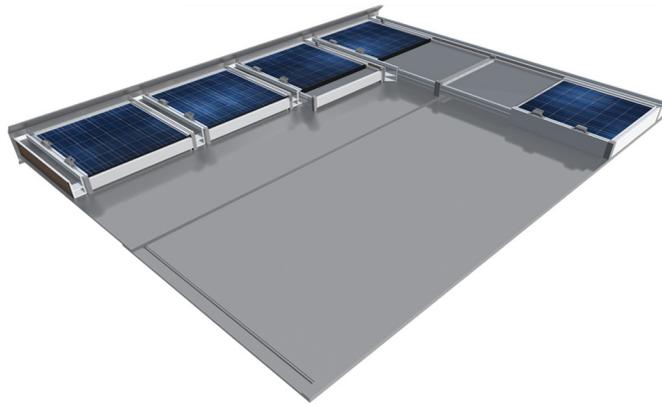
raggruppamento: raggruppamento dei moduli nel rispetto delle dimensioni e delle forme.

complanarietà: la possibilità di avere orientamento ed inclinazione conforme all'edificio.

rispetto della linea: rispetto della linea di colmo o del profilo.

accuratezza: i moduli devono essere perfettamente connessi e integrati con i sistemi impiantistici.

Vantaggi - Fasi di installazione



Di lato: successione delle fasi di
posa in opera:

- > posizionamento elemento di
raccordo sistema secondario alla
struttura (elemento d'appoggio)
- > posizionamento carter
- > estensione del carter
- > alloggiamento moduli
- > estensione del modulo
- > fasi di bullonatura, ancoraggio,
incastro
- > posizionamento scocche
- > ancoraggio e sigillatura con
resine

AZIONI RICHIESTE

CONFIGURAZIONE



ORDINE



TRASPORTO



MONTAGGIO /INSTALLAZIONE



ALCUNI VANTAGGI

TEMPI
ore /giorni



MONTAGGIO
pochi strumenti



PERSONALE
un'unica squadra/
due - tre unità



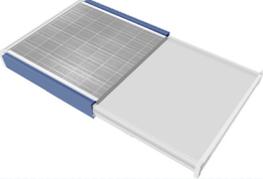
MATERIALI /
RISORSE

riciclabili

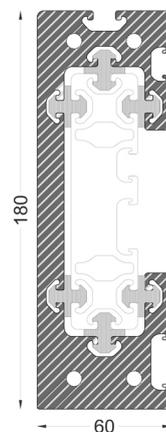
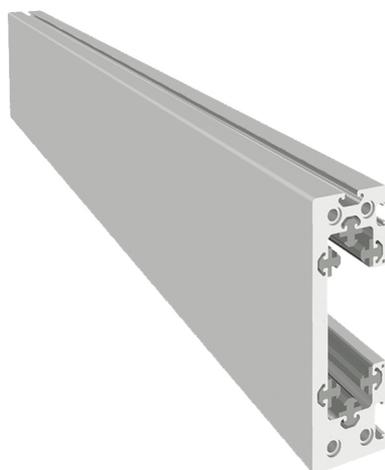
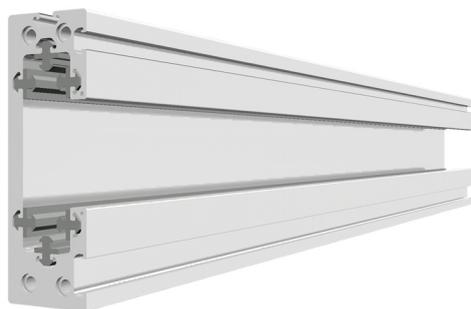


Repertorio componenti

SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	PROFILATO generale	
DISLOCAZIONE	Sistema primario	
MATERIALE	Alluminio	

DESCRIZIONE GRAFICA



SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
1100	60	180 mm

NOTE

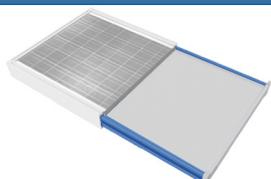
Il profilato fisso presenta alle estremità fori per il collegamento, con viti autofilettanti, con l'elemento connettore con il secondo profilato per la chiusura ad L.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)

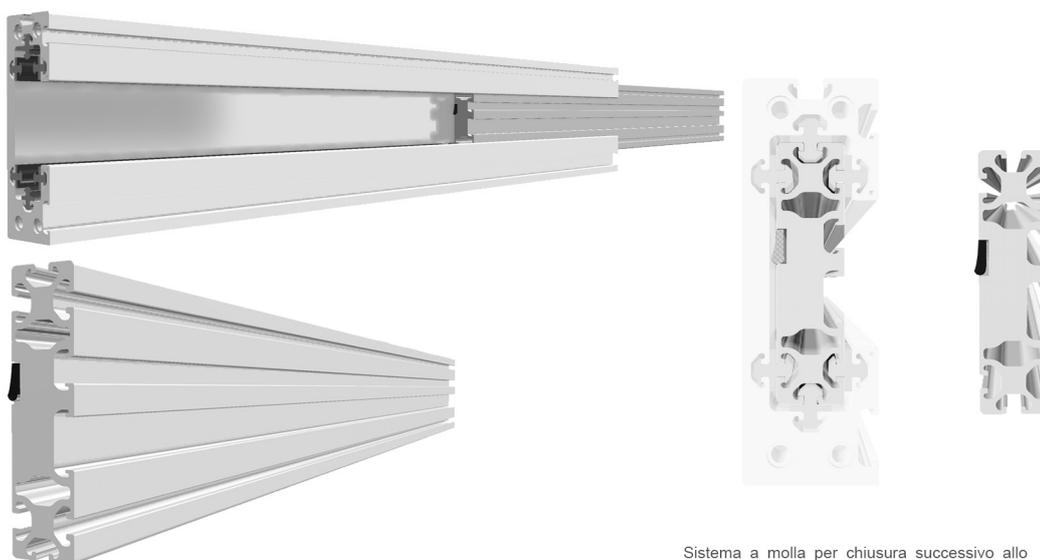


Repertorio componenti

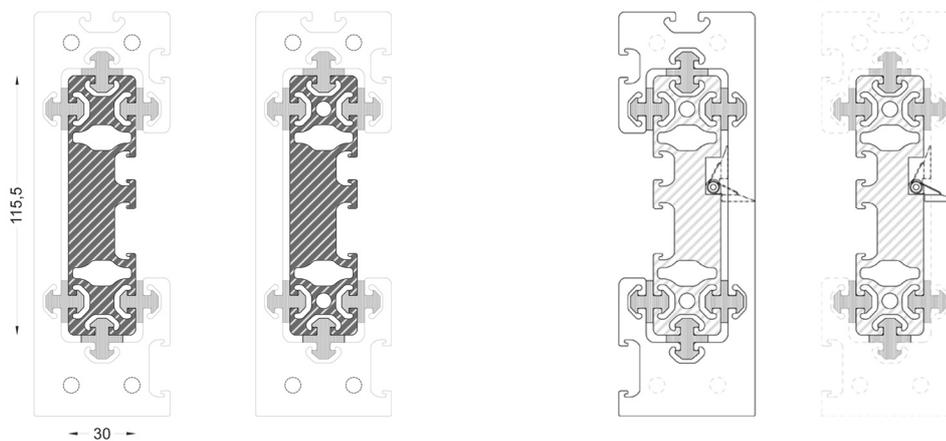
SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	PROFILATO di scorrimento	
DISLOCAZIONE	Sistema primario	
MATERIALE	Alluminio	

DESCRIZIONE GRAFICA



Sistema a molla per chiusura successivo allo scorrimento: lamierino e neoprene



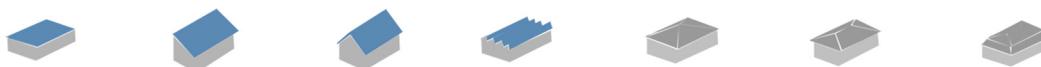
SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
1000	30	115,5 mm

NOTE

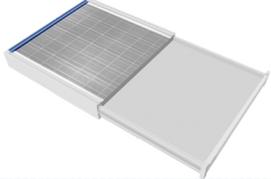
Il profilato scorrevole all'interno di quello fisso presenta ad una estremità fori per il collegamento, con viti autofilettanti, con l'elemento connettore con il terzo profilato per la chiusura ad L.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)

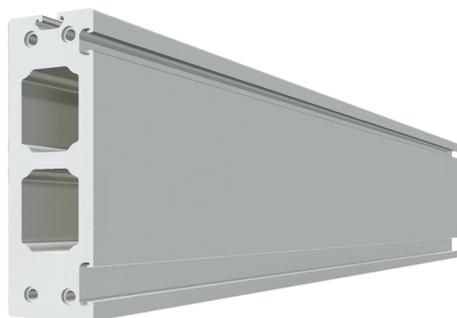


Repertorio componenti

SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	PROFILATO generale	
DISLOCAZIONE	Sistema primario	
MATERIALE	Alluminio	

DESCRIZIONE GRAFICA



SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
1080	60	180 mm

NOTE

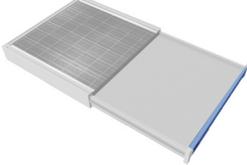
Il profilato fisso presenta alle estremità fori per il collegamento, con viti autofilettanti, con l'elemento connettore con il secondo profilato per la chiusura ad L.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)

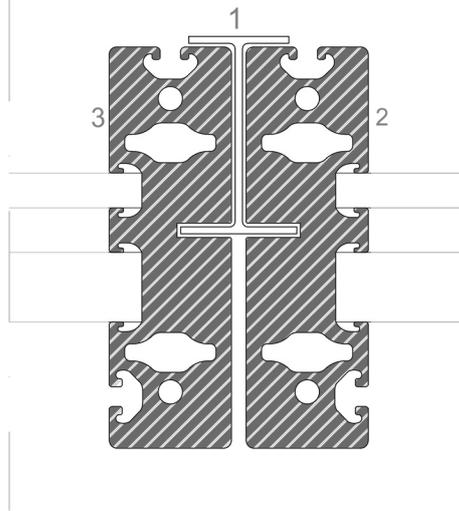
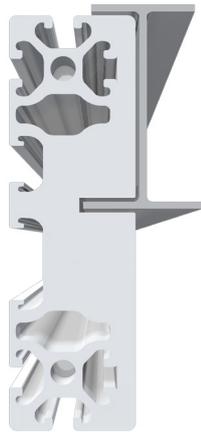


Repertorio componenti

SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	PROFILATO generale; testata parte scorrevole.	
DISLOCAZIONE	Sistema primario	
MATERIALE	Alluminio	

DESCRIZIONE GRAFICA



- 1. Profilo ad incastro e fissato con viti autofilettanti
- 2/3. profilati di due moduli estensibili posizionati specularmente



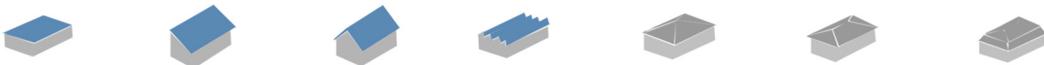
SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
1100	35	115,5 mm

NOTE

Il profilato fisso presenta alle estremità fori per il collegamento, con viti autofilettanti, con l'elemento connettore con il secondo profilato per la chiusura ad L.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)



Repertorio componenti

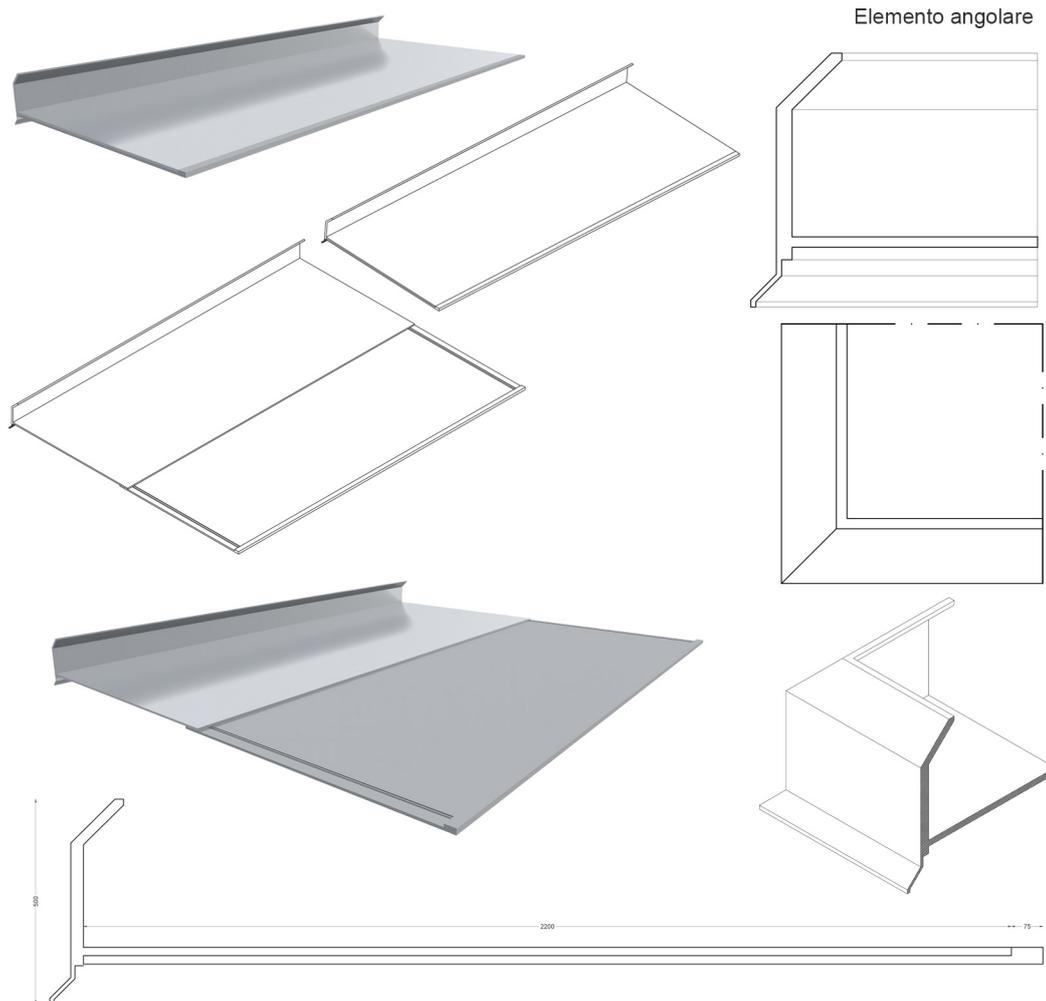
SISTEMA MODULARE												
ELEMENTO	CONNETTORE per collegamenti d'angolo dei profilati											
DISLOCAZIONE	Sistema primario											
MATERIALE	Alluminio pressofuso											
DESCRIZIONE GRAFICA												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SPECIFICHE DIMENSIONALI</th> <th>NOTE</th> </tr> <tr> <th>Lunghezza</th> <th>Larghezza</th> <th>Altezza</th> <td rowspan="2">L'elemento di connessione angolare, su disegno in funzione dei profilati, è il sistema di giunzione a secco dei profilati in cui i fori per l'avvitamento sono già predisposti.</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>60</td> <td>180 mm</td> </tr> </tbody> </table>	SPECIFICHE DIMENSIONALI			NOTE	Lunghezza	Larghezza	Altezza	L'elemento di connessione angolare, su disegno in funzione dei profilati, è il sistema di giunzione a secco dei profilati in cui i fori per l'avvitamento sono già predisposti.	60	60	180 mm
SPECIFICHE DIMENSIONALI			NOTE									
Lunghezza	Larghezza	Altezza	L'elemento di connessione angolare, su disegno in funzione dei profilati, è il sistema di giunzione a secco dei profilati in cui i fori per l'avvitamento sono già predisposti.									
60	60	180 mm										
Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)												

Repertorio componenti

SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	CARTER
DISLOCAZIONE	Sistema secondario
MATERIALE	Alluminio

DESCRIZIONE GRAFICA



SPECIFICHE DIMENSIONALI

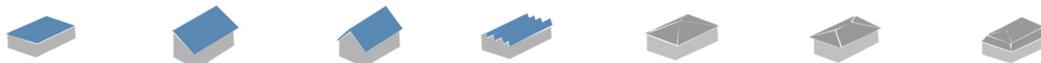
Lunghezza	Larghezza	Altezza
2200 / 4650 max.	5500	h. tot. esterna 500 mm

In funzione della configurazione del carte cambiano le dimensioni dell'elemento di raccordo alle strutture esistenti.

NOTE

Il carter, come sistema di contenimento dei moduli, giunzione alla struttura e design esterno configurabile dal cliente, è predisposto per contenere un piano scorrevole in modo da coprire maggiore superficie ottimizzando i trasporti. La lunghezza base di 2200 mm permette l'alloggiamento di due moduli base di copertura; la parte estensibile duplica la quantità di moduli applicabili.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)

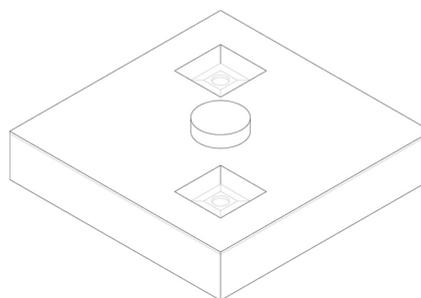
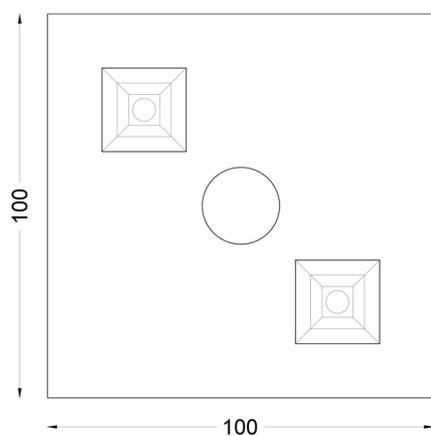
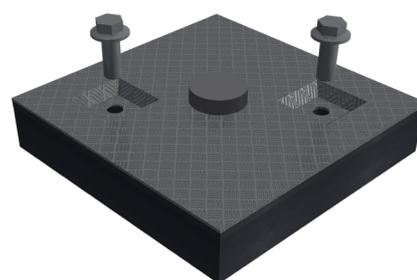
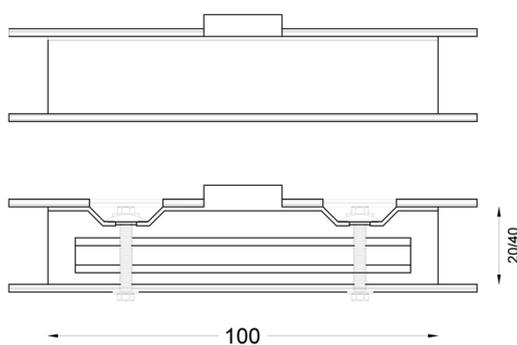


Repertorio componenti

SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	ELEMENTO DI RACCORDO NODO COMPONENTE-STRUTTURA
DISLOCAZIONE	Sistema di installazione
MATERIALE	Neoprene - acciaio

DESCRIZIONE GRAFICA



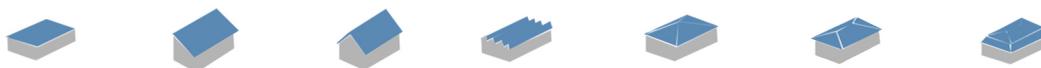
SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
100	100	20/40 mm

NOTE

Tali apparecchi d'appoggio strutturali in elastomero armato sono costituiti da un blocco in elastomero nel quale sono inseriti dei lamierini in acciaio vulcanizzati a caldo alla gomma.

Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)

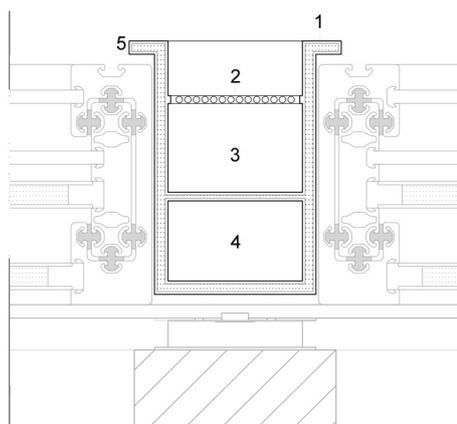


Repertorio componenti

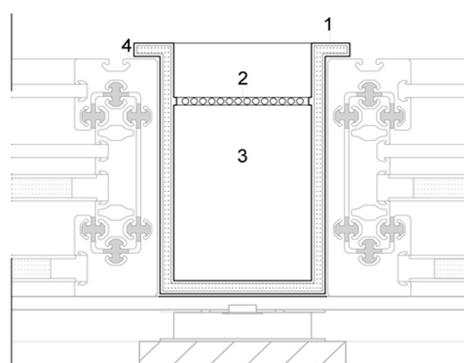
SISTEMA MODULARE

ELEMENTO	SCocca DEFUSSO ACQUE/ ALLOGGIAMENTO CAVI
DISLOCAZIONE	Sistema di connessione / Sistema ausiliario
MATERIALE	Tecnopolimero in PPS

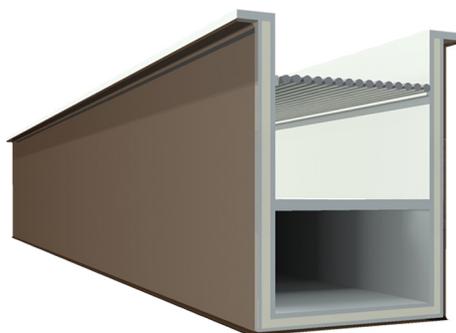
DESCRIZIONE GRAFICA



1. Scocca in tecnopolimero in PPS, sp. 10 mm, riempito di aerogel a granuli; 135/155/180x2160x190 mm
2. Griglia per il deflusso delle acque.
3. Cavedio di scolo per le acque
4. Cavedio per il passaggio dei cavi elettrici dei pannelli PV
5. Resina di incollaggio



1. Scocca in tecnopolimero in PPS, sp. 10 mm, riempito di aerogel a granuli;
2. Griglia per il deflusso delle acque.
3. Cavedio di scolo per le acque
4. Resina di incollaggio



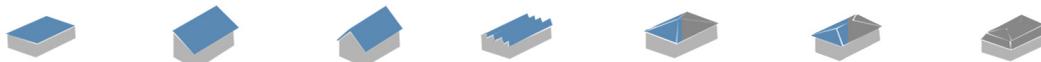
SPECIFICHE DIMENSIONALI

Lunghezza	Larghezza	Altezza
2160	135/180/200	190 mm

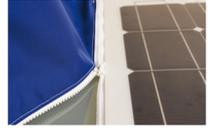
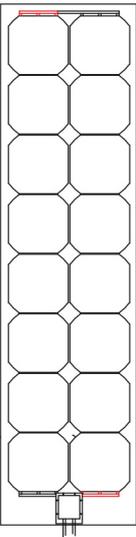
NOTE

Elemento in tecnopolimero in PPS, sp. 10 mm, con larghezza variabile da 135 a 200mm. Proposto in due varianti funzionali tra cui scegliere: mono o doppio cavedio

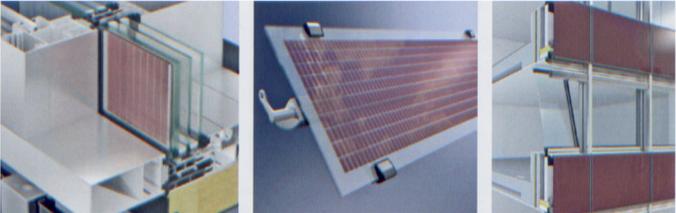
Possibilità applicative (senza apportare modifiche dimensionali o morfologiche)



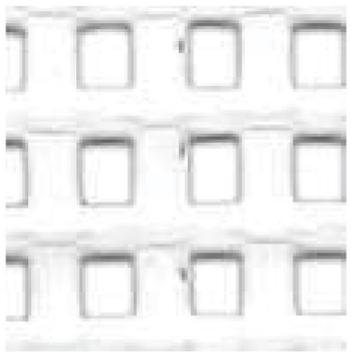
Repertorio prodotti per strati funzionali

SISTEMI FOTOVOLTAICI								
COMPONENTE	Pannello fotovoltaico flessibile			AZIENDA	SOLBIAN Flex	http://www.solbian.eu		
PRODOTTO	FLEX SP50-L				Viale Gandhi 21b - 10051 Avigliana (TO) - Italia			
Descrizione	I pannelli fotovoltaici flessibili della serie SP sono realizzati utilizzando celle monocristalline SunPower™, di efficienza superiore al 22,5%, inglobate all'interno di tecnopolimeri a elevata resistenza. Le celle SunPower™, grazie alla loro tecnologia "backcontact", hanno un aspetto estetico molto piacevole e i prodotti Solbian che le utilizzano sono i pannelli flessibili con la più alta efficienza sul mercato.							
CARATTERISTICHE TECNICHE		SP 137	SP 125	SP 112 L	SP 112 Q	SP 100	SP 50 L	SP 50 Q
	Potenza	137 W	125 W	112 W	112 W	102 W	51 W	51 W
	Altezza	1490	1363	1236	855	1109	1109	601
	Larghezza	546	546	546	800	546	292	546
	Spessore	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
	Peso	2 Kg	1.8 Kg	1.7 Kg	1.7 Kg	1.5 Kg	0.8 Kg	0.8 Kg
	Voc	29.1 V	26.9 V	24.3 V	24.3 V	21.8 V	10.9 V	10.9 V
	Vpm	24 V	22 V	20 V	20 V	18 V	9 V	9 V
	Isc	6 A	6 A	6 A	6 A	6 A	6 A	6 A
	Ipm	5.7 A	5.7 A	5.7 A	5.7 A	5.7 A	5.7 A	5.7 A
ESEMPI APPLICATIVI								
								
	 							
MODALITA' DI INSTALLAZIONE								
<u>Bioadesivo strutturale inamovibile</u> 		<u>Occhielli in acciaio inox</u> 		<u>Bottoni a pressione LOXX</u> 		<u>Zip</u> 		
FASI DI INSTALLAZIONE				Caratteristiche generali				
				<p>CONNECTION AND FIXING OPTIONS</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>CONNECTION: JUNCTION BOX</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>FIXING: DOUBLE SIDED TAPE</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>CONNECTION: SOLDERING RIBBON</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>FIXING: STAINLESS STEEL EYELETS</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>CONNECTION: ZIPPER</p> </div> </div>				
				<ul style="list-style-type: none"> - Altissima efficienza - Leggeri - Flessibili - Resistenti agli agenti atmosferici - Facile installazione con bottoni Loxx, zip, viti, adesivo, occhielli metallici 				
				Settori consigliati				
				<p>Nautico, Nautico da diporto, Nautico da competizione, Cantieristico, Mobilità elettrica, Edilizio</p>				

Repertorio prodotti per strati funzionali

SISTEMI FOTOVOLTAICI			
COMPONENTE	Pannello fotovoltaico	AZIENDA	SCHUCO International Italia s.r.l. http://www.schueco.it
PRODOTTO	PROSOL MPE 100 AL01		Via del progresso, 42 35127 Padova (IT)
Descrizione	Il modulo Prosol MPE 100 AL01 è realizzato con tecnologia a film sottile in silicio amorfo dalla colorazione rossa, che permette di ottimizzare la produzione di energia anche in caso di alte temperature, luce diffusa o orientamento non ideale dei moduli. E' disponibile in differenti formati, in versione opaca e diversi gradi di trasparenza. E' disponibile in varie soluzioni integrate preassemblate. Il modulo ha un'efficienza del 6,6%.		
CARATTERISTICHE TECNICHE	<p>Peso: 18,88 kg/m²</p> <p>Lunghezza: 130,00 cm</p> <p>Larghezza: 110,00 cm</p> <p>Spessore: 0,73 cm</p> <p>Potenza: 100 Wp</p> <p>Densità di potenza: 69,9 Wp/m²</p> <p>Tensione: 80 V</p> <p>Corrente: 1,25 A</p> <p>Coefficiente di temperatura: -0,12 %/K</p> <p>Pressione frontale: 2400 Pa</p>		
ESEMPI APPLICATIVI			
SISTEMI PREASSEMBLATI		Caratteristiche generali	
		<ul style="list-style-type: none"> - Alta efficienza - Elevata sicurezza operativa - Tutela ambientale - Resistenti agli agenti atmosferici - Resistenza a corrosione e ammoniaca - Facile installazione - Riduzione tempo di montaggio 	

Repertorio prodotti per strati funzionali

MEMBRANA DI SUPPORTO A CELLE FOTOVOLTAICHE				
COMPONENTE	Pannello fotovoltaico flessibile	AZIENDA	Serge-Ferrari	http://it.sergeferrari.com
PRODOTTO	PRECONSTRAINT 392			
Descrizione	La membrana composta è un materiale strutturale al servizio dell'architettura leggera che combina stabilità e forza con il 19% di porosità che la rende uno dei prodotti in PVC più versatili disponibili. Il tessuto finito offre elevati livelli di resistenza e longevità.			
CARATTERISTICHE TECNICHE	Peso: 820 g/sqm Larghezza: 180 cm Materiali: tessuto poliestero, rivestimento in PVC Finitura di superficie: Vernice acrilica su entrambi i lati Filato: 1100 dtex PES HT Resistenza alla trazione: 300/300 daN / 5 cm Resistenza allo strappo: 60/60 daN Adesione: 8/8 daN / 5 Porosità: 27% Efficienza col vento: 81% Gamma di temperatura: -30 ° C / + 70 ° C Riciclabile: 100%			

ESEMPI APPLICATIVI



VENTILATION PARTITION

WINDBREAK

PERMANENT THERMAL PROTECTION

Settori consigliati

Coperture per stadi, Edilizio

Caratteristiche generali

- Durabilità
- Prestazioni termiche
- Sicurezza contro incendi
- Luce naturale e traslucenza delle membrane
- Sviluppo sostenibile

Repertorio prodotti per strati funzionali - Quadro sinottico di altre soluzioni di pannelli fotovoltaici

FOTOVOLTAICO								
NOME PRODOTTO	TECNOLOGIA	TIPOLOGIA	DIMENSIONI (cm)	PESO (kg/m ²)	POTENZA	COEFFICIENTE DI TEMPERATURA (%/K)	TEXTURE /TRASPARENZA	APPLICAZIONE
1 SOLitaire SolonBlack 250/05	Silicio monocristallino, policristallino	Sistema modulare	178,3x104,4	12,09	260	-0,43	Piena, policristallina / NO	Integrazioni in copertura a falda
2 Power Plastr 40 Series 1040	OPV fotovoltaico organico	Modulo flessibile plastico	219,3x87,6	-	24,7	+ 0,05	Rigata / SI	Integrazione in copertura a falda e piana, in accessori
3 Q.Smart UF 75-95	Film sottile (diseleniuro di indio, rame e gallio)	Sistema modulare (senza cornice)	119,0x83,0	12,09	95	-0,38	Piena / NO	Integrazione in copertura a falda e piana
4 VSG-EVO	Silicio policristallino	Sistema modulare	186,0x89,0	12,09	166,1	-0,46	Maglia quadrata / SI	Integrazione in copertura a falda e piana
5 Modulo BIPV FLX-TO 135	Silicio monocristallino, policristallino	Sistema modulare	370,0x132,0	2,90	150	-0,21	Piena / NO	Integrazione in copertura a falda e piana
6 FS Series 3	CdS Telluriuro di cadmio a film sottile	Sistema modulare	120,0x80,0	16,70	80	-0,25	Piena / NO	Integrazione in copertura a falda
7 Double-glass BIPV modules	Silicio monocristallino, policristallino	Sistema modulare	172,0x106,0	-	220	-0,48	Maglia quadrata / SI	Integrazione in copertura a falda e indipendente
8 Solar PV Standing Seam	Silicio amorfo	Sistema con guaina	400,0x43,0	9,56	68	-0,21	Piena / NO	Integrazione in copertura a falda e piana
9 VS 41 C60 P200	Silicio policristallino	Sistema modulare vetro-vetro	222,0x119,6	27,30	200	-0,43	Maglia quadrata / SI	Integrazione in copertura a falda e piana, indipendente

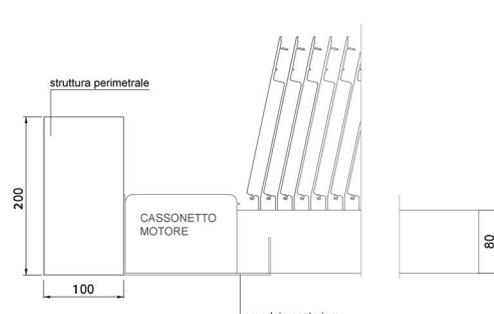
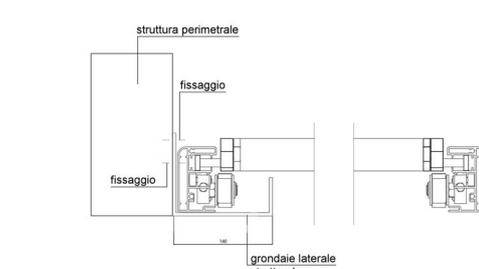
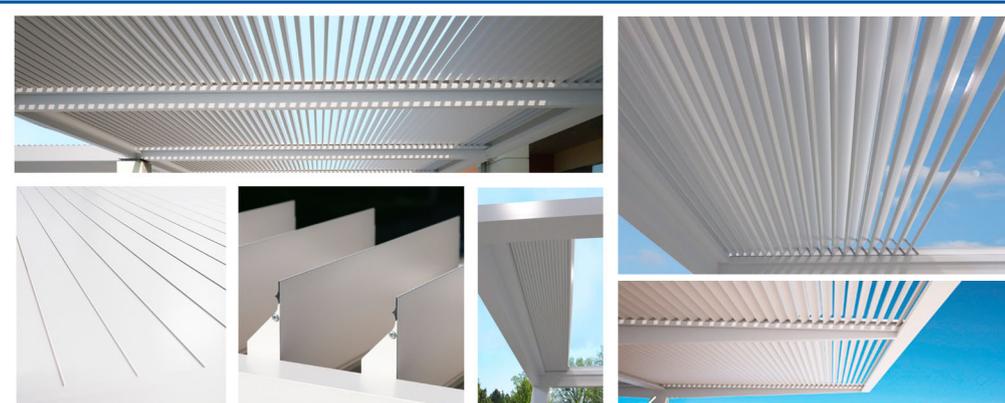
Aziende produttrici:

1. Solon S.p.A. - Italia
2. Konarka Technologies Inc. - Stati Uniti
3. Q-Cells International Italia s.r.l. - Italia
4. Ertex Solar - Austria
5. Flexcell - Repubblica Ceca
6. First Solar - Stati Uniti
7. Sunsea s.r.l. - Italia
8. Rheinzink U.K. - U.K.
9. Vidursolar - Spagna

Repertorio prodotti per strati funzionali

ELEMENTI FRANGISOLE																																															
COMPONENTE	Elemento frangisole orientabile	AZIENDA	B.B.C. Group http://www.bbcsrl.it																																												
PRODOTTO	BIOROLL		S.S. 407 Basentana - Zona Industriale 75102 Bernalda (MT) - Italia																																												
Descrizione	Il sistema di lamelle orientabili "Bioroll" è semplice da installare e versatile nelle applicazioni. E' costituito da un montante e offre la possibilità di realizzare, tramite squadrette di giunzione, un telaio chiuso. La lamella garantisce: resistenza meccanica, tenuta all'acqua grazie al nodo a labirinto evitando così l'utilizzo di guarnizioni, semplificazione della posa in opera. La movimentazione può essere sia manuale che motorizzata. La rotazione va da 0° a 90°.																																														
CARATTERISTICHE TECNICHE	Dimensioni lamella: 163,4x 31,7 mm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>POS.</th> <th>DESCRIZIONE</th> <th>COD</th> <th>quantità per lamella</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>Vite TSP 4.2x19 inox A2</td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Dado autobloccante inox A2 M6</td> <td>ST DAM6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Dado M6 inox A2</td> <td>STDM6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Rosetta dentellata ø 6 inox A2</td> <td>STRD6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Vite TE M6x16 inox A2</td> <td>VTEM6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Tappo lamella</td> <td>STTL</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Perno di rotazione</td> <td>STPR</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Grondaia</td> <td>BBC0488</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Telaio</td> <td>BBC0487</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Lamella</td> <td>BBC0486</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	POS.	DESCRIZIONE	COD	quantità per lamella	10	Vite TSP 4.2x19 inox A2		8	9	Dado autobloccante inox A2 M6	ST DAM6	2	8	Dado M6 inox A2	STDM6	2	7	Rosetta dentellata ø 6 inox A2	STRD6	2	6	Vite TE M6x16 inox A2	VTEM6	2	5	Tappo lamella	STTL	2	4	Perno di rotazione	STPR	2	3	Grondaia	BBC0488		2	Telaio	BBC0487		1	Lamella	BBC0486		
	POS.		DESCRIZIONE	COD	quantità per lamella																																										
	10		Vite TSP 4.2x19 inox A2		8																																										
	9		Dado autobloccante inox A2 M6	ST DAM6	2																																										
	8		Dado M6 inox A2	STDM6	2																																										
	7		Rosetta dentellata ø 6 inox A2	STRD6	2																																										
	6		Vite TE M6x16 inox A2	VTEM6	2																																										
	5		Tappo lamella	STTL	2																																										
4	Perno di rotazione	STPR	2																																												
3	Grondaia	BBC0488																																													
2	Telaio	BBC0487																																													
1	Lamella	BBC0486																																													
Spessore lamella: 15/10																																															
Orientamento lamelle: 0° - 90°																																															
Peso: circa 1672 gr/ml																																															
Pendenza di montaggio: 0,5 %																																															
Movimentazione: manuale/ motorizzata con comando a pulsante																																															
Montaggio: su supporto esistente o su struttura di supporto																																															
Accessori: gronde laterali																																															
DISEGNI TECNICI																																															
IMMAGINI E DETTAGLI APPLICAZIONI																																															
	<p>Livelli di adattività dimensionale</p>	<p>Aspetti logistici</p>																																													
<p>E' possibile usufruire di misure su richiesta degli elementi frangisole.</p>		<p>STOCCAGGIO Lo stoccaggio del sistema deve avvenire per componenti disassemblati.</p> <p>TIPOLOGIA DI TRASPORTO Le dimensioni standard dei componenti sono compatibili con i mezzi di trasporto tradizionali.</p>																																													

Repertorio prodotti per strati funzionali

ELEMENTI FRANGISOLE			
COMPONENTE	Elemento frangisole retrattile	AZIENDA	STUDIO 66 architetture solari http://www.studio66online.it
PRODOTTO	FOLD 200 - BLADE 160		Via Roma, 32- 35010 Limena (PD) - Italia
Descrizione	Sono pergole bioclimatiche impacchettabili a tenuta d'acqua. Quando le lamelle sono impacchettate occupano circa l'11% della profondità. Le lamelle possono integrarsi a telai esistenti o essere fornite complete di struttura in alluminio. Può essere applicata con una pendenza minima mantenendo la tenuta all'acqua. La movimentazione da 0° a 90°, o da 0° a 135°, è motorizzata, a pulsante o radiofrequenza e può essere montato un sensore pioggia per la chiusura automatica.		
CARATTERISTICHE TECNICHE	<p>Dimensioni: 200x 30 mm</p> <p>Dimensioni massime singolo modulo: 3x5,7 m (largh. x profondità)</p> <p>Orientamento lamelle: 0° - 90° ; 0° 135°.</p> <p>Peso: circa 20 Kg/m²</p> <p>Pendenza di montaggio: 0,5 %</p> <p>Movimentazione: motorizzata con comando a pulsante</p> <p>Montaggio: su supporto esistente o all'interno di struttura di supporto</p> <p>Accessori: Sensore di pioggia e/o telecomando</p>		
DISEGNI TECNICI	<p>SEZIONE TRASVERSALE</p>  <p>SEZIONE LONGITUDINALE</p> 		
IMMAGINI E DETTAGLI APPLICAZIONI			
	Livelli di adattività dimensionale	Aspetti logistici	
	E' possibile usufruire di misure su richiesta degli elementi frangisole.	<p>STOCCAGGIO</p> <p>Lo stoccaggio del sistema deve avvenire per componenti disassemblati.</p> <p>TIPOLOGIA DI TRASPORTO</p> <p>Le dimensioni standard dei componenti sono compatibili con i mezzi di trasporto tradizionali.</p>	

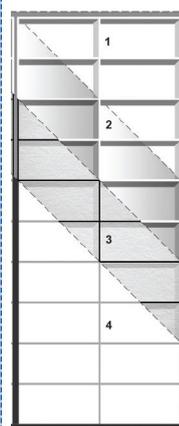
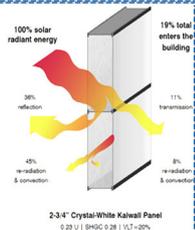
Repertorio prodotti per strati funzionali

ELEMENTI ACCESSORI

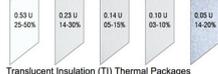
COMPONENTE	Pannello traslucente	AZIENDA	Kalwall Corporation	https://www.kalwall.com
PRODOTTO	FLAT CURB-TYPE		1111 Candia Road 237 Manchester, USA	
Descrizione	Si tratta di sistemi lucernario prefabbricati, e pronti per una rapida installazione. Tali sistemi, piani o curvi, si estendono fino a 24' garantendo illuminazione diurna diffusa e conseguente diminuzione del consumo energetico. E' progettato per resistere alla forza del vento, anche uragani, e carichi di neve elevati. Il pannello composito necessita di bassa manutenzione, è resistente alla corrosione ed è sostenuto da travi in alluminio.			

CARATTERISTICHE
TECNICHE

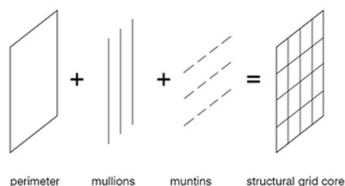
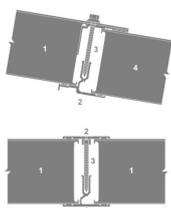
Peso:	non disponibile
Lunghezza:	1,20 m
Larghezza:	1,20 m
Spessore:	70 mm
Traslucenza:	20%
Colorazioni:	diverse gamme
Coeff. apporto termico:	0.25



- 1) Aluminum or thermally-broken Grid Core composed of a series of interlocking I-beams
- 2) Interior shatterproof Fiber-Reinforced Polymer (FRP) face sheet formulated to meet finish, flame and smoke requirements of the toughest international codes
- 3) Translucent Insulation (TI) options, including Cabot's Lumina aerogel offer exceptional thermal up to 0.05 U
- 4) Color stable, exterior Fiber-Reinforced Polymer FRP face sheet with a permanent glass veil erosion barrier to eliminate fiberbloom
- 5) Clamp-tite™ aluminum fastening system, specifically engineered and available as either standard or thermally-broken with many finish options
- 6) HC and E-Series fixed and operable windows, fixed louvers, even opaque panels can all be factory-united to add areas of ventilation and vision glazing

ESEMPI
APPLICATIVI

SISTEMI DI ASSEMBLAGGIO -



Caratteristiche generali

- Alta efficienza
- Elevata sicurezza
- Tutela ambientale
- Bassa manutenzione
- Resistenza agli agenti atmosferici
- Durabilità
- Facilità di installazione
- Riduzione tempo di montaggio

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.



Fasi		Compiti	
1 fase Analitico-conoscitiva	Definizione del tema	Verifica del tema	Verifica del programma
	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma
	Indagini bibliografiche preliminari.	Individuazione degli scenari di riferimento.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca
	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale.	Bozza programma lavoro e indice.
2 fase Analitico-critica	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Analisi di casi studio
	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e tipologie di involucro caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e tipologie di involucro caratteristiche.
	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.
	Scheda tipo Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Scheda tipo Repertorio schede.
3 fase Propositiva - di elaborazione	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Definizione del quadro esigenziale.
	Stesura e definizione del progetto del componente.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.
	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Stesura del quadro esigenziale.
	Stesura del quadro esigenziale.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.
4 fase Verifica per contestualizzazione	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Definizione degli ambiti e scenari applicativi
	Individuazione verosimili ambiti e richieste.	Individuazione verosimili ambiti e richieste.	Individuazione verosimili ambiti e richieste.
	Analisi degli ambiti e del mercato.	Analisi degli ambiti e del mercato.	Analisi degli ambiti e del mercato.
	Confronto delle scelte e richieste.	Confronto delle scelte e richieste.	Confronto delle scelte e richieste.
Obiettivo	Verifica per contestualizzazione	Verifica per contestualizzazione	Verifica per contestualizzazione
Azioni e strumenti	Individuazione del sistema-copertura in un caso studio.	Individuazione del sistema-copertura in un caso studio.	Individuazione del sistema-copertura in un caso studio.
Risultati	Applicazione su un comparto edilizio esistente.	Applicazione su un comparto edilizio esistente.	Applicazione su un comparto edilizio esistente.



IV FASE: FASE DI VERIFICA PER LA CONTESTUALIZZAZIONE

CAPITOLO VII_Gli scenari di applicazione

7.1_Nuova costruzione

7.2_Edifici esistenti

7.1_ NUOVA COSTRUZIONE

Come rilevato nel corso della ricerca, la configurazione della copertura assume un ruolo fondamentale sia da un punto di vista bioclimatico che da uno formale, divenendo talvolta, specie per gli edifici di nuova costruzione, elemento qualificante il manufatto stesso. La scomposizione del Sistema Tecnologico, secondo le normative citate in precedenza, mette in evidenza che, proprio i componenti relativi alle classi di unità tecnologiche delle chiusure esterne, sono quelli meglio rispondenti al concetto di variabile progettuale.

La sfida accolta dall'attuale panorama architettonico, specialmente per le abitazioni unifamiliari, è rivolta soprattutto allo studio dell'involucro nella sua declinazione di copertura. Gli elementi di cui deve essere composta, dovranno rispondere a più funzioni, tese alla formulazione di sistemi innovativi in cui concorrono fattori legati alla durabilità, la gestione, l'integrabilità, il benessere, l'efficienza, l'estetica, il controllo, ecc..

L'odierno mercato competitivo dell'industria delle costruzioni, caratterizzato da una domanda sempre più esigente di nuove abitazioni performanti, adattabili, innovative, è orientato verso istanze di innovazione tecnologica con caratteri di efficienza, a favore della riduzione dell'impiego di risorse non rinnovabili e dello snellimento dei processi di produzione, realizzazione, funzionamento in fase d'uso e manutenzione. In particolare, con riferimento alla situazione italiana, che risulta essere la più diffidente nei confronti di soluzioni e tecniche industrializzate, i possibili ambiti applicativi di sistemi e componenti prefabbricati di involucro possono estendersi dalle residenze unifamiliari ad edifici pluripiano, ovvero *social housing*, grazie alle potenzialità offerte dalla costruzione *off-site*, capace quindi di incidere nelle fasi del *life cycle* dell'edificio.

In tali scenari rientra, infatti, l'esigenza di formulare "pacchetti di copertura" comprensivi di componenti e sistemi, come contributo al progettista nella sperimentazione di nuove soluzioni abitative. In tal senso, la ricerca verso tali prototipi, se da un lato vuole mostrare le tecnologie utili per sfruttare le fonti di energia rinnovabile (micro turbine eoliche, pannelli fotovoltaici, ecc.), allo stesso modo vuole sottolineare le capacità competitive, in termini di guadagno economico, temporale, e flessibile, degli interventi off-site.

Senza dubbio, operare nel campo della costruzione ex novo, risulta più semplice perché è possibile controllare già in partenza le soluzioni migliori e le componenti da integrare in funzione degli spazi abitativi e delle attività che saranno svolte, oltre a definire con maggiore libertà i nodi copertura-struttura.

7.1_ EDIFICI ESISTENTI

All'interno del tessuto urbano contemporaneo una delle problematiche oggi oggetto di numerose azioni, che vedono coinvolto il settore edilizio, è rappresentata dalla numerosissima presenza di edifici del patrimonio esistente le cui prestazioni sono diminuite nel tempo, oltre alla perdita dei segni di riconoscibilità di edifici, ad esempio quelli dell'Edilizia Economica e Popolare, che risultano quindi avulsi da un tessuto urbano in continua evoluzione. In tale scenario, le azioni di retrofit sugli edifici esistenti costituiscono un impulso alla diffusione e sperimentazione di prodotti efficienti ed innovativi; sono sempre maggiori le imprese multinazionali interessate a brevettare nuovi sistemi e materiali, intravedendo l'opportunità di cospicui investimenti sia in termini materiali, ossia per l'apporto economico derivante dall'acquisizione di nuovi segmenti di mercato, sia immateriale, cioè relativa all'implementazione delle conoscenze e dei sistemi disponibili.

La realizzazione di un intervento di addizione o sostituzione in copertura pone l'attenzione su differenti fattori: dalle implicazioni morfologiche, a quelle statiche relative alla capacità o meno dell'edificio preesistente di supportare il carico e di quale entità.

La tipologia di edifici residenziali che frequentemente è possibile trovare sia in campo regionale che nazionale, si caratterizza di sistemi strutturali in telai in calcestruzzo armato con solai in laterocemento o solette, per cui l'intervento in copertura comporterà meno problematiche strutturali se seguirà il passo strutturale originario, tuttavia è fondamentale e noto che ogni intervento necessita opportune verifiche tramite analisi strumentali e/o con indagini atte ad accertare l'effettiva resistenza meccanica degli elementi strutturali.

Nel caso di addizione su strutture esistenti, generalmente, le limitazioni imposte dalle norme a sopraelevazioni o aggiunte, suggeriscono nella maggior parte dei casi di considerare addizioni non superiori ad un piano; qualora interessi l'intera superficie, l'intervento risulterà vincolato dai carichi e dallo schema strutturale del fabbricato preesistente, in funzione cioè del trasferimento e della ripartizione dei carichi lungo le travi di bordo perimetrali dell'edificio. Gli assetti ipotetici si baseranno, quindi, su previsioni di quali possano essere i carichi derivanti dall'addizione in relazione al sistema costruttivo adottato. In ragione di tali limitazioni, infatti, le addizioni sono generalmente realizzate per mezzo di strutture che sfruttano materiali che, a fronte di pesi propri contenuti, assicurano ottime prestazioni, quali possono esserlo il legno, l'alluminio, l'acciaio, ecc.

Gli interventi in copertura, inoltre, rientrano in una logica di riqualificazione non solo del singolo manufatto, ma anche di interi comparti, in cui tali operazioni si leggono come strumenti per recuperare qualità edilizia ma anche urbana.

Gli interventi di modifica, sostituzione e addizione, devono necessariamente relazionarsi ai vincoli urbanistici che, in base alla zona in cui l'intervento ricade possono limitarne le potenzialità di trasformazione.

La definizione dell'addizione o sostituzione del sistema copertura scaturisce quindi, dalla combinazione di diversi fattori: strutturali, funzionali, morfologici, ecc.

Il modello metodologico della ricerca di dottorato è strutturato riellaborando il Plan of Work del RIBA (sviluppato per la prima volta nel 1963), suggerito dalle indicazioni sulle *Strumentazioni metodologiche* e disciplinari che devono accompagnare una *ricerca scientifica* contenute nel testo di Giovanni Neri Semeri, *La formazione del ricercatore. Il contributo di un'esperienza*, Alinea 1997. Il Plan of Work RIBA 2013, del Regno Unito, è sviluppato per la definizione delle fasi chiave dei progetti di costruzione, secondo il processo di briefing, progettazione, mantenimento, funzionamento ed utilizzo. Il contenuto delle fasi può variare o sovrapporsi per soddisfare le esigenze specifiche di progetto.



E' finalizzata a definire il tema e il programma di ricerca, tramite l'individuazione delle problematiche e gli obiettivi della ricerca.



Individuazione dello stato dell'arte e della bibliografia per la definizione del quadro di riferimento delle modalità e delle scelte che guidano la progettazione e l'esecuzione dei componenti.



Analisi del quadro di riferimento relativo allo stato dell'arte individuato dalla definizione della problematica. Strumenti operativi: raccolta dei dati e delle informazioni inerenti le linee e le soluzioni principali, raccolta da siti web e da letteratura esistente.



Simulazione dell'inserimento del sistema-copertura all'interno di un progetto di riferimento per indagare l'applicabilità del componente.



Fasi

Compiti	1 fase Analitico-conoscitiva				2 fase Analitico-critica				3 fase Propositiva - di elaborazione				4 fase Verifica per contestualizzazione			
Fasi	Verifica del tema	Stesura del programma	Verifica del programma	Verifica del programma	Costruzione base bibliografica	Analisi di casi studio	Valutazione comparata dei modelli abitativi e di copertura	Definizione del quadro esigenziale di riferimento.	Sviluppo del concept	Definizione degli ambiti e scenari applicativi	Verifica per contestualizzazione	Verifica per contestualizzazione	Verifica per contestualizzazione	Verifica per contestualizzazione		
Obiettivo	Individuare il modello scientifico generale e ipotizzare il contributo scientifico	Individuare obiettivi, metodi, e risultati.	Validazione del programma	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Creazione della conoscenza di base dell'ambito di ricerca	Individuazione dei riferimenti progettuali di coperture più interessanti per prestazioni e caratteristiche.	Analisi delle caratteristiche geometriche, prestazionali delle tipologie di involucro	Definizione delle variabili e dei requisiti.	Stesura e definizione del progetto del componente.	Individuazione verosimili ambiti e rischierte.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.	Simulazione inserimento del sistema-copertura in un caso studio.		
Azioni e strumenti	Indagini bibliografiche preliminari.	Bibliografia ragionata di settore e Bozza indice della ricerca	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Confronto con ricerche e tesi di dottorato similari per metodologia campo d'indagine.	Ricerca bibliografica. Individuazione parole chiave di ricerca, mappa bibliografica. Creazione catalogazione ragionata della bibliografia.	Creazione scheda preliminare di analisi dei casi studio. Schedature e analisi di casi studio specifici.	Individuazione delle caratteristiche tecnologiche dei sistemi di copertura.	Comparazione ed estrapolazione dei requisiti comuni dai casi studio e dalle indicazioni ed esigenze del mercato.	Redazione modello meta progettuale. Utilizzo di software di rappresentazione grafica 2d e 3d.	Analisi degli ambiti e del mercato.	Individuazione dell'applicazione più problematica. Individuazione caso studio.					
Risultati	Indagini bibliografiche preliminari.	Programma generale. Bozza programma piano lavoro e indice.	Piano programma. Indice ricerca.	Piano programma. Indice ricerca.	Archivio bibliografico. Bibliografia ragionata suddivisa per sezioni.	Scheda tipo Repertorio schede.	Descrizione dello stato dell'arte tramite classificazioni e schede descrittive.	Stesura del quadro esigenziale.	Progetto del componente. Definizione delle indicazioni progettuali; catalogo.	Confronto delle scelte e richieste.	Applicazione su un comparto edilizio esistente.					



CAPITOLO VII_ Oggetto di verifica

8.1_Oggetto della verifica

8.2_Applicazione del componente



fig. 73. Marinus van Reymerswaele, *Il cambiavalute e sua moglie*, 1539. Olio su tavola 83 x 97 cm.

8.1_ OGGETTO DELLA VERIFICA

Relativamente alla fase di verifica per la contestualizzazione, sono stati considerati, come sopra descritto, gli ambiti entro cui la proposta può avere delle ricadute, ossia l'inserimento in manufatti progettati ex novo, in cui senza dubbio, l'adeguamento della soluzione richiede un procedimento meno complesso da un punto di vista sia morfologico che adattivo degli strati in funzione delle attività che si svolgeranno dal momento che è possibile stabilirle a monte, oppure in manufatti esistenti nell'ottica di azioni di riqualificazione.

Il manufatto preso in considerazione per un modello teorico applicativo del componente, ricade all'interno di un'area oggetto di attuali azioni pilota di riqualificazione per l'edilizia sociale da parte dell'Osservatorio Politiche Abitative Regione Calabria (P.A.R.C.O)¹⁰⁰, di cui si riportano in allegato le relazioni e i relativi disegni utili all'applicazione (v. allegato 2).

In particolare tali azioni rientrano nel programma "Contratto di Quartiere 2" del Comune di Vibo Valentia, in Calabria.

L'area interessata da tale progetto è una zona a margine della città, il quartiere *S. Aioe* in cui il Comune ha ravvisato la necessità di interventi tesi al miglioramento degli insediamenti residenziali. Si tratta per lo più di edilizia residenziale sovvenzionata che necessita di azioni tese al raggiungimento di standard migliori dello spazio abitativo privato, per quanto riguarda gli aspetti tipologici, funzionali, dimensionali e fruitivi. Come si evince dalla relazione generale del progetto pilota, le azioni sono mirate alla *manutenzione straordinaria degli alloggi che pone particolare attenzione ad ottimizzare la qualità energetico ambientale delle costruzioni in termini di riduzione del consumo di risorse, di minimizzazione dei carichi ambientali e di qualità degli ambienti indoor. Tale obiettivo viene raggiunto applicando adeguate strategie progettuali che mirano ad integrare l'edificio nel suo contesto ambientale e ad ottimizzare lo sfruttamento delle risorse rinnovabili.*

In particolare, tra gli interventi individuati si segnala la *sostituzione dei tetti attualmente realizzati in eternit, in modo da permettere l'installazione ed integrazione di pannelli fotovoltaici utilizzati per la produzione di energia elettrica* e la demolizione e realizzazione di nuovi manti di copertura sui fabbricati per eliminare le infiltrazioni d'acqua e migliorare l'isolamento termico

Gli organismi edilizi residenziali e non, presenti in tale area, rientrano sia nella tipologia a schiera che in linea, con due, tre, quattro e cinque piani, con un taglio compreso tra 60 e 100 mq.

¹⁰⁰ Il Progetto Pilota denominato P.A.R.C.O. è stato costituito tramite un partenariato scientifico finalizzato tra il Dipartimento 9 – LL.PP. ed Infrastrutture Regione Calabria, il Dipartimento di Ingegneria Civile Università della Calabria, il Dipartimento di Architettura e Territorio (dArTe) Università Mediterranea di RC.

<http://www.ingegneriacivile.unical.it/wp-content/blogs.dir/0/files/Regione-Calabria.pdf>

8.2_ APPLICAZIONE DEL COMPONENTE

Le possibilità di intervento e trasformazione sulla copertura negli edifici preesistenti, risulta sostanzialmente “condizionata” dalla potenzialità dell’edificio e dalla capacità di sviluppo geometrico, limitato dal progetto, e dalle ipotesi di carico, laddove si ipotizza di aggiungere il sistema alle strutture esistenti con un conseguente aggravio e scarico dei carichi sull’organismo edilizio esistente.

Tuttavia, quest’ultimo scenario non viene esplorato in questa sede poiché, considerando gli obiettivi della tesi, ci si sofferma sulla simulazione teorica di applicabilità del componente su uno degli organismi edilizi della tipologia in linea del progetto individuato. Si indaga, quindi, la possibilità di relazione tra il costruito e l’addizione privilegiando tutte le configurazioni che creano un rapporto di comune dipendenza tra le parti. La questione centrale di tale applicazione ruota attorno alla definizione e verifica di potenziali soluzioni tecnologiche compatibili ed il loro grado di adattabilità tecnica e morfologica in funzione delle caratteristiche geometriche e strutturali del sistema e dell’edificio esistente oggetto di intervento.

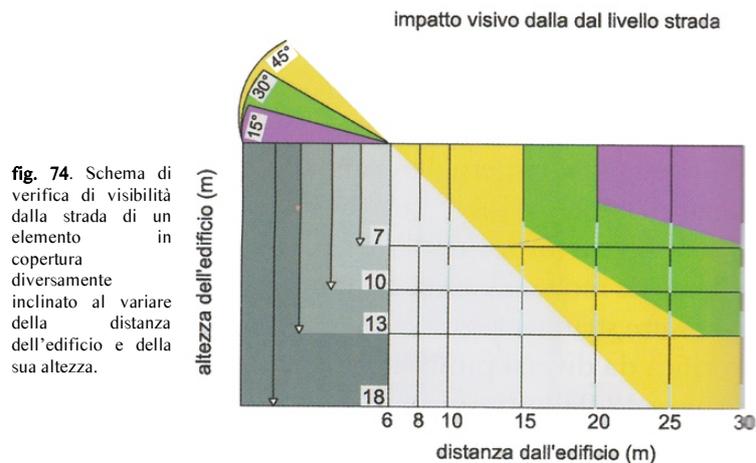
L’edificio in questione ha dimensione 10 x 61 m, e fa parte di un comparto caratterizzato dalla presenza di tre manufatti della stessa tipologia ma che presentano una morfologia della copertura differente: piana ed a falde inclinate.

La prima simulazione ha previsto di applicare il sistema-copertura secondo la configurazione spaziale originaria del componente, e riferibile a due comparti edilizi dello stesso isolato e con lo stesso sviluppo spaziale e dimensionale del progetto preso in esame, ossia come copertura di tipo piano, come riportato nelle Tavole 1 e 2.

L’ipotesi formulata di addizione come copertura piana, per la sua stessa natura, offre le maggiori opportunità di addizione, oltre che una maggiore facilità di adattamento dei componenti, che non richiedono, quindi, un numero elevato di modifiche dimensionali, se non nella configurazione del carter, di cui sarà necessario prefigurare dei moduli angolari; inoltre, trattandosi di un elemento in alluminio di spessore ridotto e maneggevole, è possibile definirne le dimensioni nella fase del processo, individuato e descritto al cap. 4.1, caratterizzata dal segmento produttivo di *custom-fit* del 30%, ossia la percentuale riferita alla possibilità di modifica dimensionale e personalizzazione in base ai campi applicativi finali.

Naturalmente questa soluzione, nel caso di applicazione piana di fonti energetiche rinnovabili (strati funzionali costituiti da pannelli con film fotovoltaici o pannelli ibridi) prevede un decadimento prestazionale di circa il 15% rispetto invece ad un’inclinazione ideale di 30°.

L'impatto visivo del componente da una posizione frontale, al di là dell'aspetto estetico che gli si può conferire in base alle esigenze della committenza, non risulta essere invasivo; in ragione di ciò, è risultato utile prendere come riferimento uno schema (fig. 74) proposto nel testo di G. Scudo¹⁰¹, in relazione alla *verifica di visibilità dalla strada di un elemento in copertura*, in cui si evince che l'impatto visivo di elementi in copertura è visibile a una distanza di 20 metri se l'edificio è alto 13 metri, come nel caso in esame.



La seconda simulazione è stata, invece, condotta con l'intenzione di valutare l'applicabilità del componente su una copertura a falde inclinate. Rispetto alla quasi totalità degli edifici residenziali dello stesso territorio di riferimento, che presentano una copertura a due falde inclinate con la traslazione verso nord della linea di colmo o monofalde cuspidate combinate a coperture piane, nel caso specifico l'edificio preso in esame è caratterizzato da una pura tipologia a capanna con linea di colmo centrale.

L'adattabilità del sistema alla copertura a falde inclinate ha messo in luce alcune problematiche, che hanno perciò richiesto l'implementabilità delle soluzioni proposte a catalogo per alcune componenti e l'aggiunta di altre: in particolare per il carter e le soluzioni di chiusura per le linee di colmo.

Se la definizione dimensionale del carter è facilmente superabile, implementando anzitutto il componente con una soluzione angolare e lasciando al committente la scelta di adoperare sia carter estensibili che fissi, la problematica principale si manifesta, invece, nell'adattabilità della soluzione in corrispondenza della linea di colmo, a causa del posizionamento obbligato del carter in direzione di scorrimento verso la linea di gronda.

In tale luce, il carter, senza modificarne la definizione morfologica assegnatagli in precedenza, è stato applicato a partire dalla linea di

¹⁰¹ "La verifica dell'impatto visivo dalla strada", in Scudo G., Rogora A. (a cura di), *Tecnologie solari integrate nell'architettura*, Wolters Kluwer, Milano, 2013: pag. 94.

colmo della copertura e con lo scorrimento della parte estensibile verso le linee di gronda, in maniera speculare sulle due falde simmetriche.

Inoltre, si è manifestata la necessità di implementare le componenti adattabili del sistema con un elemento di chiusura tra i due carter, realizzato sempre in alluminio, con morfologia e dimensione configurabile in officina, in fase di ordine, ed avente una pendenza dell'1%, consentendo così di evitare ponti termici nella linea di colmo (Tavola 3).

L'applicazione del sistema-componente su un caso specifico ha quindi rilevato delle criticità riferite soprattutto alla configurazione del carter, questo, infatti, richiede che il dimensionamento avvenga di volta in volta al variare della domanda e dell'applicazione, diversamente invece, dai moduli copertura la cui configurazione e dimensionamento rimangono invariati. Tale applicazione suggerisce, quindi, come linea di sviluppo futuro, la possibilità di sperimentare e definire caratteristiche tali da rendere i moduli autoportanti che potrebbero non avere quindi la necessità del secondo sistema (carter) se non per una valenza estetica.

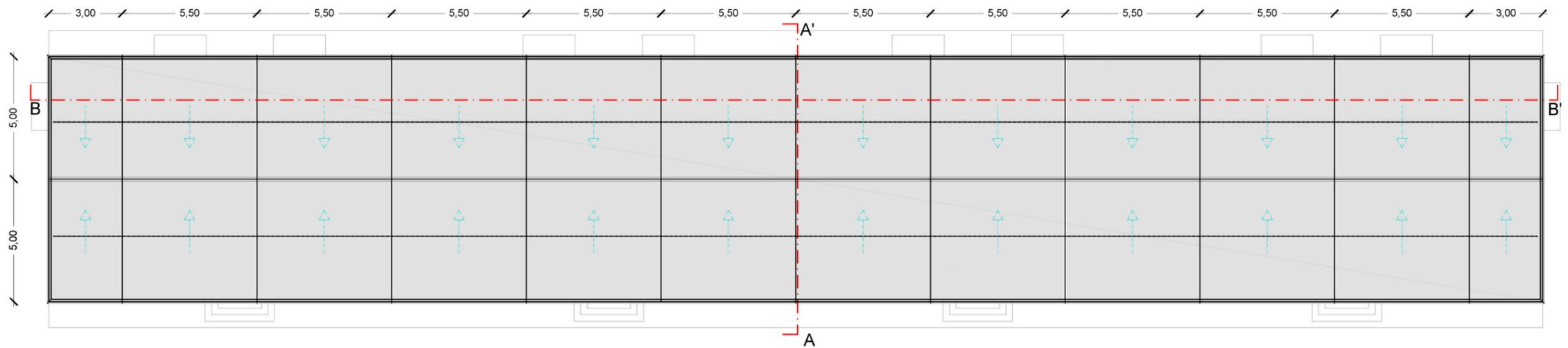
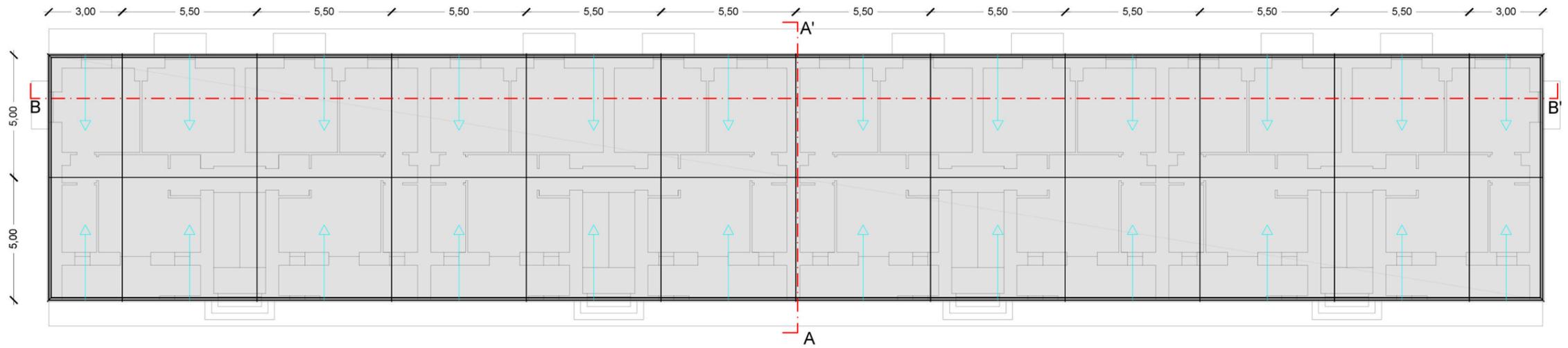
Applicazione su copertura piana



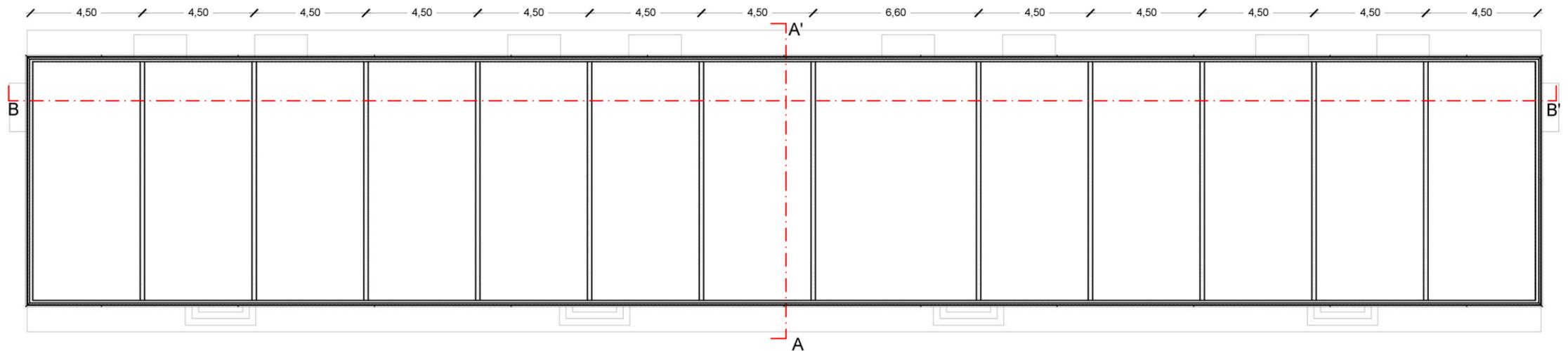
Legenda

↓ direzione di scorrimento del carter

Pianta copertura - livello: "sistema carter" e moduli
scala 1:200



Pianta copertura - livello:
alloggiamento scocca cavedio
scolo e cavi



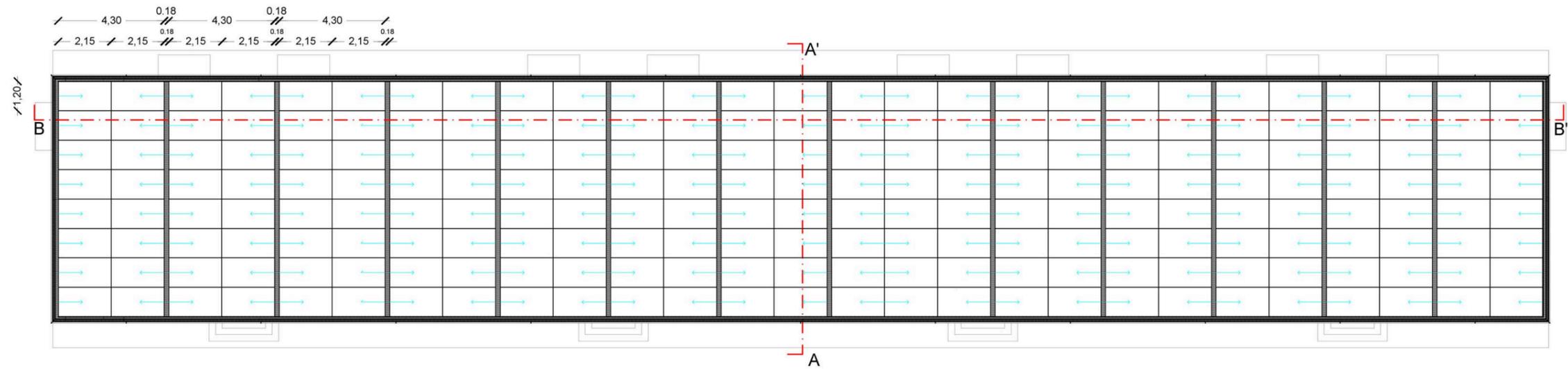
Pianta copertura - livello:
alloggiamento moduli

scala 1:200

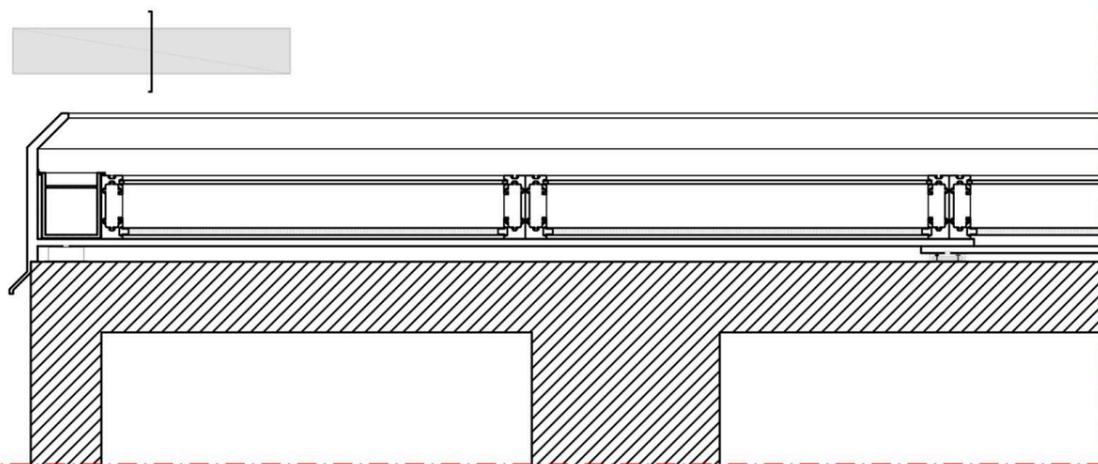


Legenda

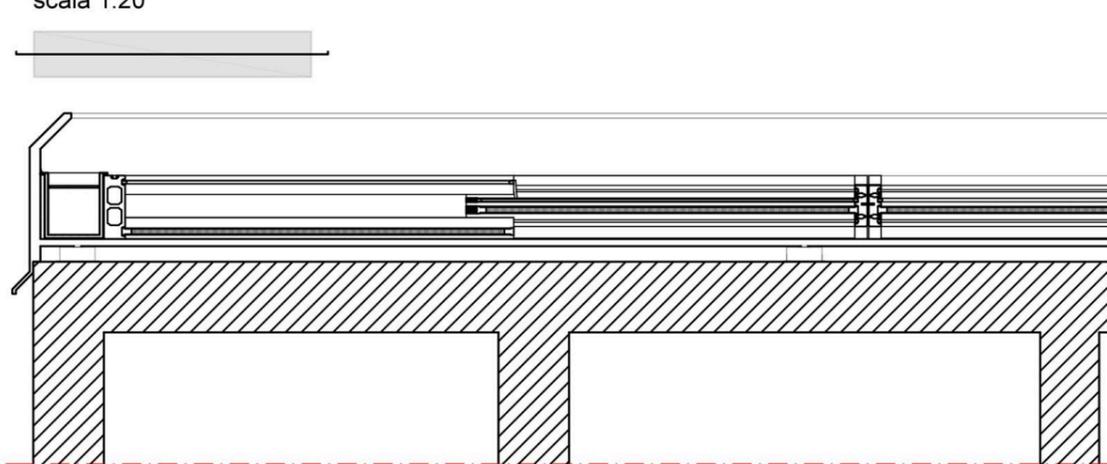
↓ direzione di scorrimento del carter



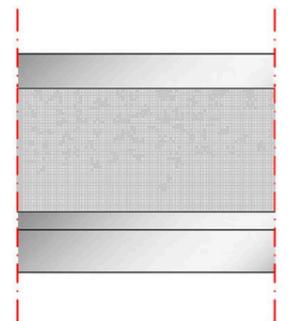
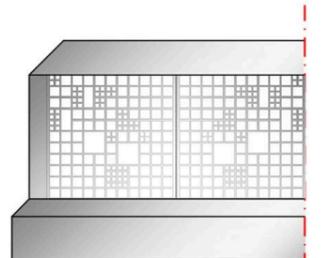
Sezione A-A'
scala 1:20



Sezione B-B'
scala 1:20

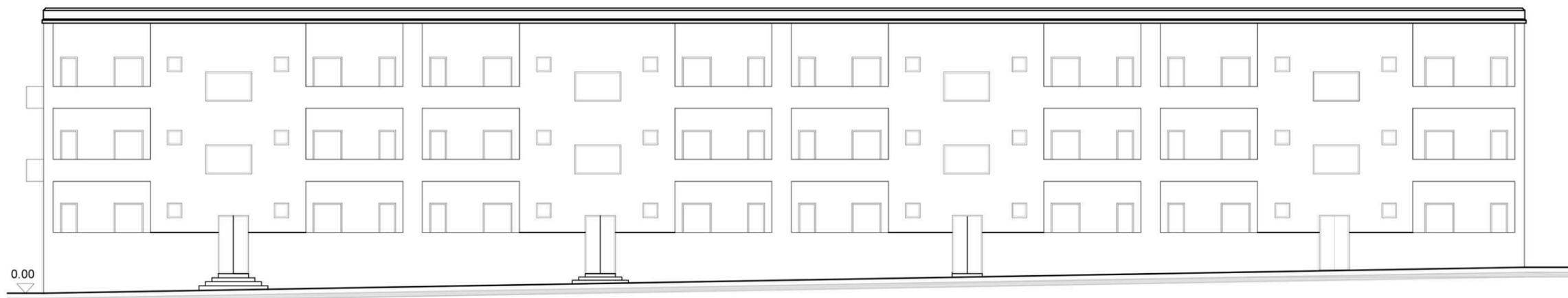


Ipotesi configurazioni del
carter
scala 1:20



Prospetto fronte

scala 1:200



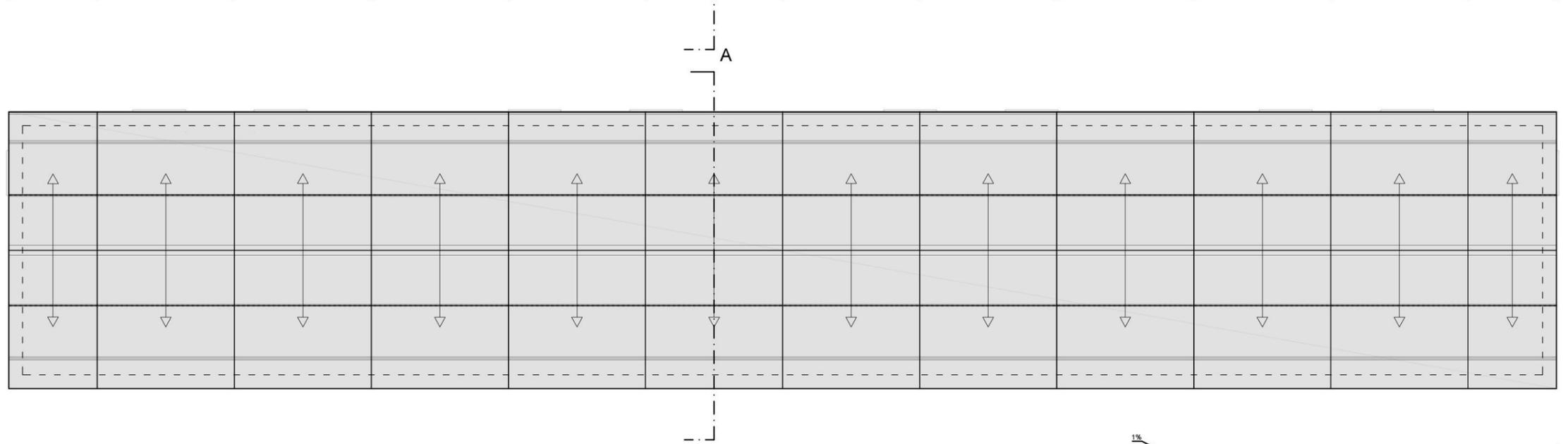
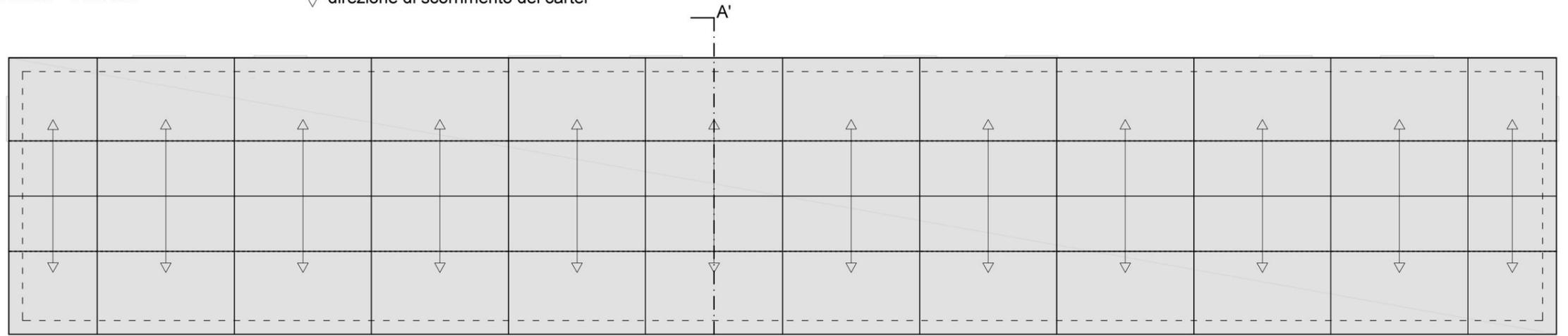
Applicazione su copertura a falde inclinate
(pendenza 23%)



Legenda

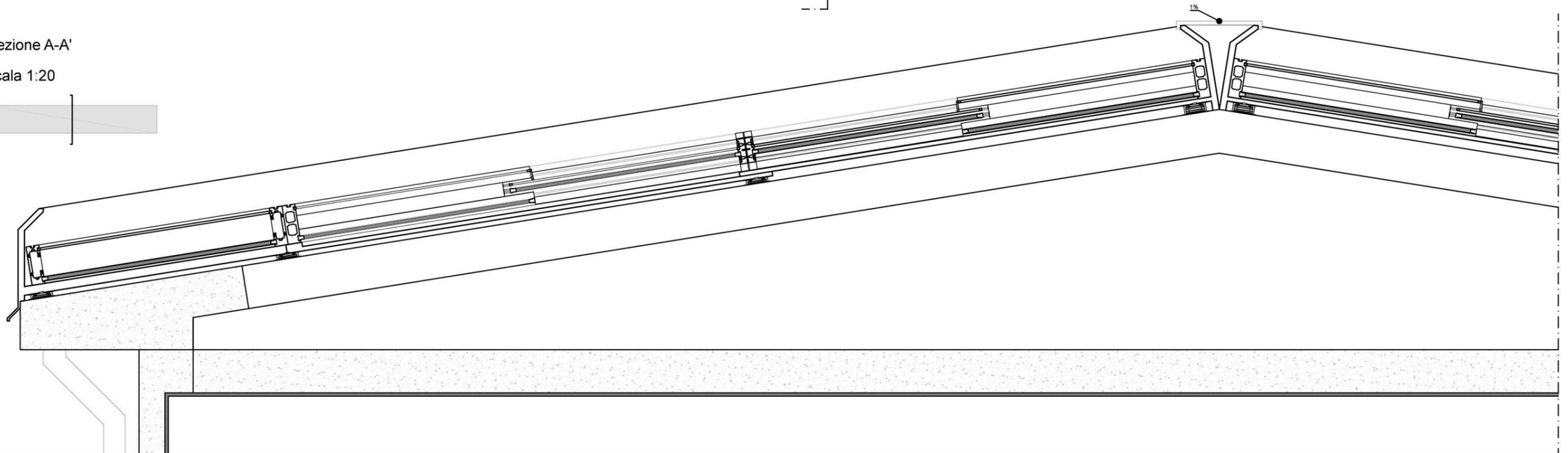
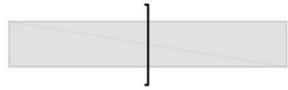
↓ direzione di scorrimento del carter

Pianta copertura - livello: "sistema carter" e moduli
scala 1:200



Sezione A-A'

scala 1:20



8.2_ COCLUSIONI. PROBLEMATICHE E PROSPETTIVE

Il prodotto della tesi è l'elaborazione di un processo e di un prodotto finalizzato alla definizione di un componente che risponde a requisiti non tradizionalmente rappresentativi delle metodologie costruttive comuni delle coperture, ma dettato e più rispondente a paradigmi del costruire volti ora all'autocostruzione, ora al recente concetto di *smart home*, adattabile quindi all'esigenza del progettista, del committente e fruitore finale.

La proposta di un sistema di copertura che, grazie alla variabilità di configurazione degli elementi che lo compongono permette di adattarsi a differenti contesti applicativi, permettendo facilità di montaggio, riduzione dei tempi e costi di costruzione, semplicità di manutenzione nonché reversibilità del sistema, è stata condotta con l'obiettivo ultimo di fornire un catalogo dei componenti che permette di poter scegliere gli elementi più appropriati e le opzioni in relazione alle specifiche esigenze realizzative. Il componente, infatti, costituito da elementi lineari di supporto agli strati interni permette l'intercambiabilità delle finiture, da opache a traslucenti, a trasparenti o ancora elementi accessori.

Gli obiettivi e le considerazioni che hanno influenzato e condotto verso il tema di ricerca affrontato, sono stati parzialmente raggiunti, e questa limitazione è dipesa soprattutto dall'inattuabilità di affiancare al momento di analisi teorico sperimentale, quello realizzativo tramite la messa a punto di un prototipo tale da valutare e modificare in itinere gli aspetti legati al design e alla valenza estetico-formale, alle caratteristiche tecnologiche e prestazionali del componente seriale per le coperture. Pur tuttavia, le metodologie adottate ed applicate nella fase di indagine, hanno efficacemente permesso di valutare la complessità delle caratteristiche da considerare per il raggiungimento del risultato, declinandosi in un quadro esigenziale relativo ai criteri di funzionamento, di integrazione, di uso di materiali innovativi, declinabilità del sistema, rapporto con l'immagine generale dell'edificio. Tra gli obiettivi a cascata derivanti dalla modularità del sistema, è stato possibile senz'altro verificare il carattere di adattabilità tramite l'applicazione teorica del componente su un edificio esistente e connotato da una tipologia di copertura a due falde inclinate simmetriche che, hanno evidenziato e comportato la necessità di modificare o meglio implementare alcuni elementi del sistema modulare per meglio rispondere a casistiche generali di applicazione.

La possibilità di valutare il funzionamento manuale e/o automatico del sistema, volontà scaturita dall'indagine condotta tramite il

trasferimento cognitivo con gli esempi progettuali sviluppati anche in nome di altri intenti e discipline, non è stato possibile approfondirla in virtù della complessità di fattori a cui tali sistemi si riferiscono, dal campo della domotica a quello elettronico, ecc., valutabili in particolare modo tramite la messa a punto del prototipo.

I contributi offerti da questa tesi di dottorato riguardo le problematiche individuate, rappresentano un parziale punto di arrivo, ma possono essere anche la base per ulteriori sviluppi, linee di ricerca, o successivi brevetti.

L'indagine condotta sulla copertura che ha guidato lo sviluppo di un concept di sistema modulare con carattere di adattabilità e trasformazione spaziale, facilità di trasporto, manovrabilità, ecc., e la sua applicazione nel complesso sistema edificio apre a differenti linee di ricerca verso cui proseguire l'approfondimento del componente, che sono legate a realtà di processo e di produzione industriale che caratterizzano la sperimentazione degli ultimi anni.

Tra gli sviluppi futuri della ricerca è possibile individuare:

- La valutazione delle prestazioni energetiche del componente secondo una specifica definizione degli strati funzionali, relativamente a differenti contestualizzazioni.
- L'analisi del ciclo di vita dei materiali utilizzati e dei processi produttivi necessari per la fabbricazione del sistema con l'obiettivo di valutarne l'impatto ambientale;
- La valutazione e l'ottimizzazione dei processi di produzione degli elementi che costituiscono il sistema tecnologico;
- L'analisi economica, in termini di costi e benefici, relativa alla valutazione e quantificazione dei costi di progettazione, esecuzione, trasporto, messa in opera e manutenzione a fronte dei vantaggi in termini di risparmio nei tempi di assemblaggio, di trasformabilità del componente in funzione di esigenze abitative mutevoli e riduzione dell'impatto ambientale;
- La manutenzione e gestione del componente, tramite l'analisi dei sistemi di automazione e controllo.
- L'up-grade del componente verso il concetto di "componente dinamico": dal movimento modulato sulle funzioni, sulle destinazioni d'uso ed esigenze, ad applicazione come veicolo funzionale primario pensato per adattarsi alle condizioni generiche in continuo mutamento.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

La seguente bibliografia è redatta secondo quattro sezioni tematiche di riferimento, più la sitografia:

1. La prima raccoglie testi di riferimento che trattano le tematiche di sostenibilità ed efficienza in relazione all'approccio tecnologico.
2. La seconda parte raccoglie i testi relativi alla costruzione e l'innovazione, dell'involucro edilizio ed in particolare delle coperture.
3. La seconda analizza le tematiche relative alle architetture vernacolari e i prototipi contemporanei.
4. La terza parte indaga i materiali e componenti rispondenti ai requisiti della soluzione.

1. Testi di riferimento che trattano le tematiche di sostenibilità ed efficienza.

1. AA.VV., *Costruire sostenibile l'Europa*, Alinea Editrice, Firenze, 2002.
2. Alaimo G., Enea D., *L'approccio tecnologico per l'efficienza energetica e la sostenibilità del progetto*, in *Il Progetto Sostenibile*, n° 31, 2011, pag. 30-37.
3. Asquini L., Oleotto E., Bassi L., *L'efficienza energetica e sostenibilità*, Ed. Edicom, Monfalcone (Gorizia), 2010.
4. Butera F. M., *Energia e tecnologia tra uomo e ambiente*, Città Studi, Milano, 1992.
5. Butera F. M., *Dalla caverna alla casa ecologica: storia del comfort e dell'energia*, Ambiente, Milano, 2007.
6. COM (2001) 366. Comunicato della Commissione Europea., *Energia per il futuro: Le fonti energetiche rinnovabili*.
7. Falasca C.C., *Dal clima alla tipologia edilizia: note metodologiche per la progettazione*, Alinea, Firenze, 1985.
8. Federcostruzioni, Rapporto 2012. *Il sistema delle costruzioni in Italia*, Roma, 2012.
9. Ferrante A., *Adeguamento, Adattabilità, Architettura*, Bruno Mondadori, Milano, 2012.
10. Flagge I, Herzog-Loibl V., Meseure A. (a cura di), Thomas Herzog Architektur + Technologie / Architecture + Technology, Prestel Verlag, Monaco/Londra/New York, 2001.
11. Gangemi V., *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli ed., Milano, 1988.
12. Ingels B., *Hot to Cold*, Group Taschen, Spagna, 2015.
13. Lucarelli M.T., *L'Ambiente dell'organismo città. Strategie e sperimentazioni per una nuova qualità urbana*, Ed. Alinea, Firenze, 2006.
14. Minguzzi G. (a cura di), *Architettura sostenibile: processo costruttivo e criteri biocompatibili*, Skira, Milano, 2006.
15. Monti C., Roda R., Ronzoni M. R., (a cura), *Costruire sostenibile il Mediterraneo*, Alinea Editrice, Firenze, 2001.
16. Paoletta A., *Abitare i luoghi. Insediamenti, tecnologia, paesaggio.*, BFS edizioni, Pisa, 2004.
17. Paoletta A., *L'edificio ecologico*, Ed. Gangemi, Roma, 2001.
18. Rizzo R., *La casa intelligente. Risparmio, tecnologia e comfort*, Ed. Muzzio, 2007.
19. Sala M., *I percorsi della progettazione per la sostenibilità ambientale*, Ed. Alinea, Firenze, 2004.
20. Tarbuck E.J., Lutgens F.K., *Scienze della Terra*, Pearson Italia S.p.A, pag. 137-152.
21. Tonelli M.C., *Innovazione tecnologica in architettura e qualità dello spazio*, Ed. Gangemi, Roma, 2003

Riviste e articoli

Arketipo, n° 62 – 2012, pp. 62-65.

Arketipo, n° 73 – 2013, pp. 110-113.

Sergio Ferraris, *Credere sul serio nell'efficienza energetica*, 10 Ottobre 2014.

2. [Testi di riferimento sulla costruzione e l'innovazione dell'involucro edilizio e della copertura.](#)

1. AA.VV., *Una finestra sul cielo: dieci soluzioni architettoniche per rendere abitabile il sottotetto*, Edizioni Mondadori, Milano, 2004.
2. Acocella A., Torricelli M. C., *Il tetto come elemento di architettura*, Ed. Brianza Plastica, Carate Brianza (MI) 2000.
3. Angelucci F., Girasante F., *Envelope is space. Spazio ed energia nelle architetture dei BEAR*, Franco Angeli, Milano, 2007.
4. Altomonte S., *L'involucro architettonico come interfaccia dinamica. Strumenti e criteri per un'architettura sostenibile*, Alinea Editrice, Firenze, 2005.
5. Dolflares G., (1988), "La pelle e lo scheletro", L'Arca, n° 19 - Settembre 1988.
6. Gaspari J., *Trasformare l'involucro: la strategia dell'addizione nel progetto di recupero*, Edicom Edizioni, Monfalcone (GO), 2012.
7. Gaspari J., Trabucco D., Zannoni G., *Involucro edilizio e aspetti di sostenibilità*, Franco Angeli, Milano, 2010.
8. Langella C., *Nuovi paesaggi materici. Design e tecnologia dei materiali*, Alinea editore, 2003.
9. Losasso M., *Percorsi dell'innovazione. Industria edilizia, tecnologie, progetto*, CLEAN Editore, Napoli, 2010.
10. Lucchini A., *Le coperture innovative. Soluzioni progettuali e costruttive*, Ed. Il Sole 24Ore - SAIE, Milano, 2000.
11. Mittner D., Visentin C. (a cura di), *Identità e forma. Il ruolo della copertura nell'architettura costiera mediterranea*, Alinea Editrice, Firenze, 2002
12. Paolino L., *Il sistema tetto. Progettazione, comportamento e realizzazione delle coperture degli edifici*, Maggioli Editore, 2013
13. Perago A., *Progettare tetti e coperture. Dalle tegole al fotovoltaico*, Maggioli Editore, Repubblica di San Marino, 2003.
14. Romano R., *Smart Skin Envelope : Integrazione architettonica di tecnologie dinamiche e innovative per il risparmio energetico*, ISBN 978-88-6655-047-1 (print) ISBN 978-88-6655-049-5 (online), Ed. University Press, Firenze, 2011.
15. Sinopoli N., Tatano V., *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura*, Franco Angeli Edizioni, Milano, 2009.
16. Zimbelli E., Vagoncini P.A., Imperatori M., *Costruzione stratificata a secco. Tecnologie edilizie innovative e metodi per la gestione del progetto*, Maggioli Editore, Rimini, 2001.
17. *Il manto di copertura*, supplemento di AREA n. 65, Federico Motta Editore

Riviste e articoli

AA.VV., *Involucri avanzati*, atti di convegno, 8° Energy Forum, novembre 2013, Bressanone (BZ).

Costruire n° 270 – 2005, Dossier *Innovazione e mercato edilizio*, Losasso M., Vinci A.

Il progetto sostenibile, n° 30 – 2011, pp. 72-79

Techné n°08 – 2014, p.271; Cellucci C., Di Sivo M., *Strategie per la flessibilità spaziale e tecnologica*.

3. [Testi di riferimento che trattano le architetture vernacolari, la prefabbricazione e i prototipi contemporanei](#)

Testi

1. Acocella A., *L'Architettura dei luoghi*, Edizioni Laterconsult, Roma, 1992.
2. Bacigalupi V., Benedetti C., Impegni G., *Edilizia e Progetti per Componenti*, Officina Edizioni, Roma, 1978.

3. Bologna R., Terpolilli C., *Emergenza del progetto, progetto dell'emergenza: architetture con-temporaneità*, Motta editore, Milano, 2005.
4. Bologna R., *La reversibilità del costruire. L'abitazione transitoria in una prospettiva sostenibile*, Maggioli Editore, Rimini, 2002.
5. Butera F., *Architettura e Ambiente*, EtasLibri, Milano, 1995.
6. Campioli, A., *Progettare oltre l'emergenza, spazi e tecniche per l'abitare contemporaneo*, Il sole 24 ore Press, Milano, 2009.
7. Chiaia V., *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962.
8. Correia M., Dipasquale L., Mecca S., *VERSUS.Heritage for Tomorrow. Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture*, Firenze University Press, 2014.
9. Esposito G., *Architettura e storia dei trulli. Alberobello, un paese da conservare*, Edizioni Casa del Libro, Roma, 1983.
10. Gambardella C., *La casa mobile. Nomadismo e residenza dall'architettura al disegno industriale*, Electa, Napoli, 1995.
11. Lucchi E., *Nuova prefabbricazione*, in Modulo, n° 335, ottobre 2007, pp. 1042-1048.
12. Losasso M., *La casa che cambia - progetto ed innovazione tecnologica nell'edilizia residenziale*, CLEAN, Napoli, 1997.
13. Herbers J., *PrefabModern*, Harper Design International, 2004.
14. Norberg-Schulz C., *Genius Loci*, Electa, Milano, 1979.
15. Olgyay V., *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Padova, 1990 – traduzione in italiano di Olgyay V., Design with Climate, Princeton University Press, Princeton, New Jersey USA, 1962.
16. Perriccioli M., *Sistemi costruttivi leggeri per la casa unifamiliare*, Maggioli, Rimini, 2008.
17. Sergio Vega Sanchez (a cura di), *Solar Decathlon Europe 2012. Improving Energy Efficient Buildings*, Universidad Politecnica de Madrid, 2013.
18. Sergio Vega Sanchez (a cura di), *Solar Decathlon Europe 2010. Towards Energy Efficient Buildings*, Universidad Politecnica de Madrid, 2011.
19. Solari A., *Spazi sostenibili da prototipo a realtà*, in Casa naturale, marzo/aprile 2007, pp. 10-14.
20. Trombetta C., *L'attualità del pensiero di Hassan Fathy nella cultura tecnologica contemporanea. Il luogo, l'ambiente e la qualità dell'architettura*, Ed. Rubettino, Soveria Mannelli (Catanzaro), 2002.

Riviste e articoli

Arketipo, n° 52, 2011, supplemento 10

Casabella, n. 706-707/dic 2002 - gen 2003

Casa Energia, n. 3 - maggio/giugno 2008

Construção modular e evolutiva para situações de emergência, Roberto Bologna; Fernando Barth, in ARQUITEXTOS, vol. 177.02, 2015, ISSN:1809-6298
<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.177/5478>

Detail, n° 6 – 2008

Detail, n°4 – 2001

Modulo n° 289 – 2003, p. 142. Russo Ermolli S., *Prefabbricazione rivisitata*.

Precedents in Zero-Energy Design' – Architecture and Passive Design in the 2007 Solar Decathlon, Michael Zaretsky, New York 2010.

4. Testi sul trasferimento tecnologico e delle conoscenze, sui materiali e i componenti rispondenti ai requisiti della soluzione.

1. AA.VV. *Manuale del Trasferimento Tecnologico*, UNIMITT, Centro d'Ateneo per l'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico, Università di Milano, 14 maggio 2007.

2. AA.VV., *Voci di tecnologia dell'architettura*, Tecnologos, Mantova, 2006.
3. BIC Sardegna Spa, *Guida di approfondimento-approccio all'innovazione*, SardegnaImpresa.
4. Della Mura C., Simonato E., *Architettura e Nanotecnologie. Small sizes, high performance*, vol. 2, Edizioni Libreria Universitaria
5. Leone M. F., *Cemento nanotech. Nanotecnologie per l'innovazione del costruire*, Clean Edizioni, 2012.
6. Mangiarotti A., *La questione del trasferimento: il discorso intorno all'architettura*, in Nardi G., Campioli A., Mangiarotti A., *Frammenti di coscienza tecnica*, FrancoAngeli, Milano, 1991, pp. 63-102.
7. Molinari C., *Elementi di Cultura Tecnica. Lezioni del Corso di Materiali e progettazione di elementi costruttivi*, Maggioli Editori, 1998.
8. Nardi G., Campioli A., Mangiarotti A., *Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, FrancoAngeli, Milano, 1994.
9. Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, FrancoAngeli editore, Milano, 1979.
10. Oslo Manual, *Guidelines for collecting and interpreting innovation data, 3a Edizione, 2005*.
11. Perlin J., *L'energia solare dalla ricerca spaziale agli usi sulla terra*, Ambiente srl, 1° edizione, Bologna, 2000.
12. Paoletti I., *Una finestra sul trasferimento. Tecnologie innovative per l'architettura*, Libreria Clup, Milano, 2003.
13. Paoletti I., *Costruire le forme complesse: innovazione, industrializzazione e trasferimento per il progetto di architettura*, Libreria CLUP, Milano, 2006.
14. Trento S., *Innovazione e crescita delle imprese nei settori tradizionali*, Centro Studi Confindustria, Roma, 2007.
15. Scudo G., *Tecnologie solari integrate nell'architettura. Processi, strumenti, sistemi, componenti*, Wolter Kluwer, Cesano Boscone (MI), 2013

Riviste e articoli

A&L – Alluminio e Leghe, anno XIX – n° 2, 2007, edimet edizioni

A&L – Alluminio e Leghe, anno XX – n° 1 – 2008, edimet edizioni

Building; European Aluminium Association (EAA): Brussels, Belgium, 2004;
Available online: <http://www.eaa.net>

Detail n°4 – 2008, Plastics; Cremers J, Lausch F., *Translucent high-performance silica aerogel insulation for membrane structures*.

Kosny J., Fallahi A., Shukla N., *Cold Climate Building Enclosure Solutions*, Fraunhofer CSE, gennaio 2013. <http://www.osti.gov/bridge>

Ibrahim M., Wurtz E., Achard P., Biwole P.H., *Aerogel-based coating for energy-efficient building envelopes*, 9th International Energy Forum on Advanced Building Skins, Ottobre 2014, Bressanone, Italia. Proceedings of Energy Forum on Advanced Building Skins, pp.753-774.

Modulo n° 341 – 2008, p. 426. Russo Ermolli S., *Costruzioni metalliche in Italia*.

Russo Ermolli S., Efthymiou E., Cöcen Ö. N., *Sustainable Aluminium Systems*, Sustainability, vol. 2, n° 9, 2010. <http://www.mdpi.com/2071-1050/2/9/3100/>

SITOGRAFIA

www.solardecathlon.upm.es/

<http://www.esg.pt/versus/>

<http://www.rubner.com/uploads/media/Solo24Ore.pdf>

<http://www.haus.rubner.com/it/progetti-realizzati/impressioni/dettaglio/?home=4>

www.wolfhaus.it

www.rociromero.com

<http://www.fabprefab.com>

www.designmobile.com

www.studio804.com

www.fabprefab.com

<http://www.momahomedelivery.org>

www.holzer.it

<http://www.bosch.it>

<http://www.boschrexroth.com/it/it/>

<http://aktarus-edilizia.com/nanotecnologia/aerogel/>

<http://www.aeropan.it/it/nanotecnologia/aerogel/>

<http://www.ecofine.it/it/isolamento-termico/23/1-aerogel.html>

<http://www.aerogel.org>

<http://www.aerogel.com>

<http://www.buyaerogel.com>

http://www.olats.org/space/13avril/2005/te_iMichaloudis.html

<http://www.cabotcorp.com/solutions/products-plus/aerogel>

<http://www.risolazioni.com/tecnologia.php>

<http://www.lavorincasa.it/aerogel/>

<http://www.bloomframe.com>

<http://one.laptop.org>

<http://www.rhomefordency.it/SDE/ita/rhome-2/>

<http://www.pantelleriadammusi.it/pantelleria/architettura/architettura.html>

<http://digilander.libero.it/locomind/trullo/trullo.html>

<http://www.tekneco.it/bioedilizia/credere-nell-efficienza-energetica/>

<http://www.abb.com/cawp/seitp202/319c2da5f22bc29fc1257e180029df76.aspx>

<http://www.mozaiq-operations.com>

<http://www.ricercainnovazione.it/>

http://www.ricercaitaliana.it/trasfer_tecnol_bis.htm

<http://one.laptop.org>

<http://www.bloomframe.com/about.php>

<http://www.hofmandujardin.nl/>

<http://tkithouse.com>

<http://www.taalmankoch.com>

<http://www.designboom.com/architecture/philippe-starck-with-riko-p-a-t-h-pre-fab-homes/>

<http://www.eaa.net>

<http://www.riko-hise.si/it/>

Allegato 1_ PARAMETRI AUSILIARI ALLA DEFINIZIONE MORFOLOGICA DEL COMPONENTE: II trasporto containerizzato

La morfologia del sistema è stata condizionata, sin dalle prime fasi e bozze della proposta di ricerca, dalla volontà di definire un componente rispondente alle caratteristiche ed ai requisiti di facile trasportabilità, in virtù dell'ipotesi di mercato nazionale ed internazionale cui si fa riferimento per lo sviluppo del prodotto, e considerati ed analizzati i casi studio e le tipologie di involucro sviluppate in altri contesti ma con dinamiche assimilabili.

Container

Il container, inteso come modulo standardizzato, offre vantaggi in termini di autonomia funzionale, rapidità di fornitura, sicurezza nel trasporto, riduzione dei tempi e dei carichi di trasporto nonché possibilità di recupero e successivo stoccaggio. E' adatto sia per essere utilizzato nei vari tipi di trasporto merci, sia per adibirlo a necessità alloggiative¹.



Il più diffuso ed utilizzato dei container è il tipo ISO – acronimo che sta per International Organization for Standardization, le cui caratteristiche e misure sono stabilite da precisi standard: larghezza pari a 2.44 m, altezza pari a 2.59 m, larghezza variabile standard di 20 o 40 piedi (rispettivamente, 610 cm e 1220 cm). Presentano inoltre, omogeneità degli attacchi per il fissaggio sui vari mezzi di trasporto, da navi a vagoni ad autocarri, consentendo inoltre l'impilabilità l'uno sull'altro. La maggiore criticità è data dalle misure interne di carico che non consentono il carico affiancato di 2 pallet EUR (800x1200 m) nel loro lato maggiore.

E' stato inoltre utile, ai fini della definizione e limitazione dimensionale dei moduli, valutare anche i container ad uso abitativo o sociale diffusamente adoperati per fronteggiare le condizioni emergenziali. Le caratteristiche tecniche di tali container sono state desunte dai capitolati tecnici elaborati dalla protezione civile. Tali tipologie per uso abitativo corrispondono a configurazioni standard, come riportato di seguito:

ISO 20	ISO 20 – uso abitativo nucleo da 1/2 persone	
	Dimensioni esterne	Dimensioni interne
La superficie complessiva è di 18 mq. Sup. camere= circa 38% Sup. comune =circa 31% Servizi= 31%	Lunghezza →6,05 m	Lunghezza →5,80 m
	Larghezza →2,99 m	Larghezza →2,75 m
	Altezza → 2,74 m	Altezza → 2,20 m
ISO 40	ISO 20 – uso abitativo nucleo da 4/8 persone	
	Dimensioni esterne	Dimensioni interne
La superficie complessiva è di 36 mq. Sup. camere= circa 41% Sup. comune =circa 39% Servizi= 15% Altro= circa il 5%	Lunghezza →12,19 m	Lunghezza →11,95 m
	Larghezza →2,99 m	Larghezza →2,75 m
	Altezza → 2,74 m	Altezza → 2,20 m

¹ All'inizio degli anni settanta sono state ideate le *case mobili*, simili ai container per la logica funzionale ma, differenti perché dotate di quattro gambe estraibili incorporate nel telaio, che consentono alle stesse di rimanere da sole sotto le ribalte di carico e scarico nei magazzini.

INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VIBO VALENTIA zona S. ALOE

P . A . R . C . O

Politiche Abitative Regione Calabria | Osservatorio

Dipartimento 9 - Lavori Pubblici e Infrastrutture Regione Calabria

Dipartimento dArTe - Architettura e Territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria

Dipartimento di Ingegneria Civile - Università della Calabria, Cosenza

progetto pilota per l'edilizia sociale sostenibile



INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VALENTIA zona S. ALOE

INDICE DEGLI ELABORATI

TAV_1 individuazione planimetrica 1:5.000

TAV_2 stralcio piano regolatore generale

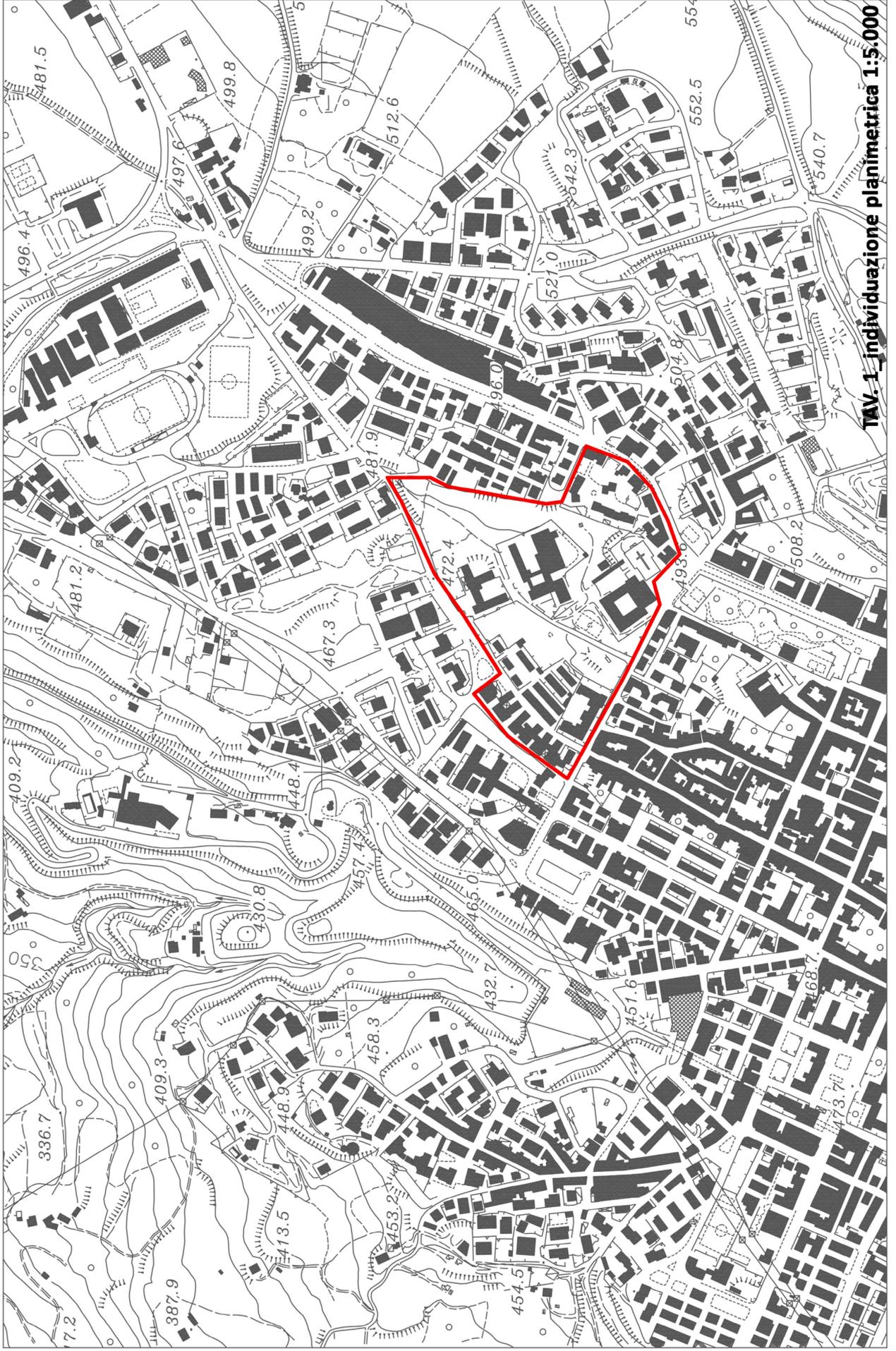
TAV_3 ortofoto e assonometria fotografica

TAV_4 documentazione fotografica

TAV_5 proposta di progetto contratto di quartiere 2

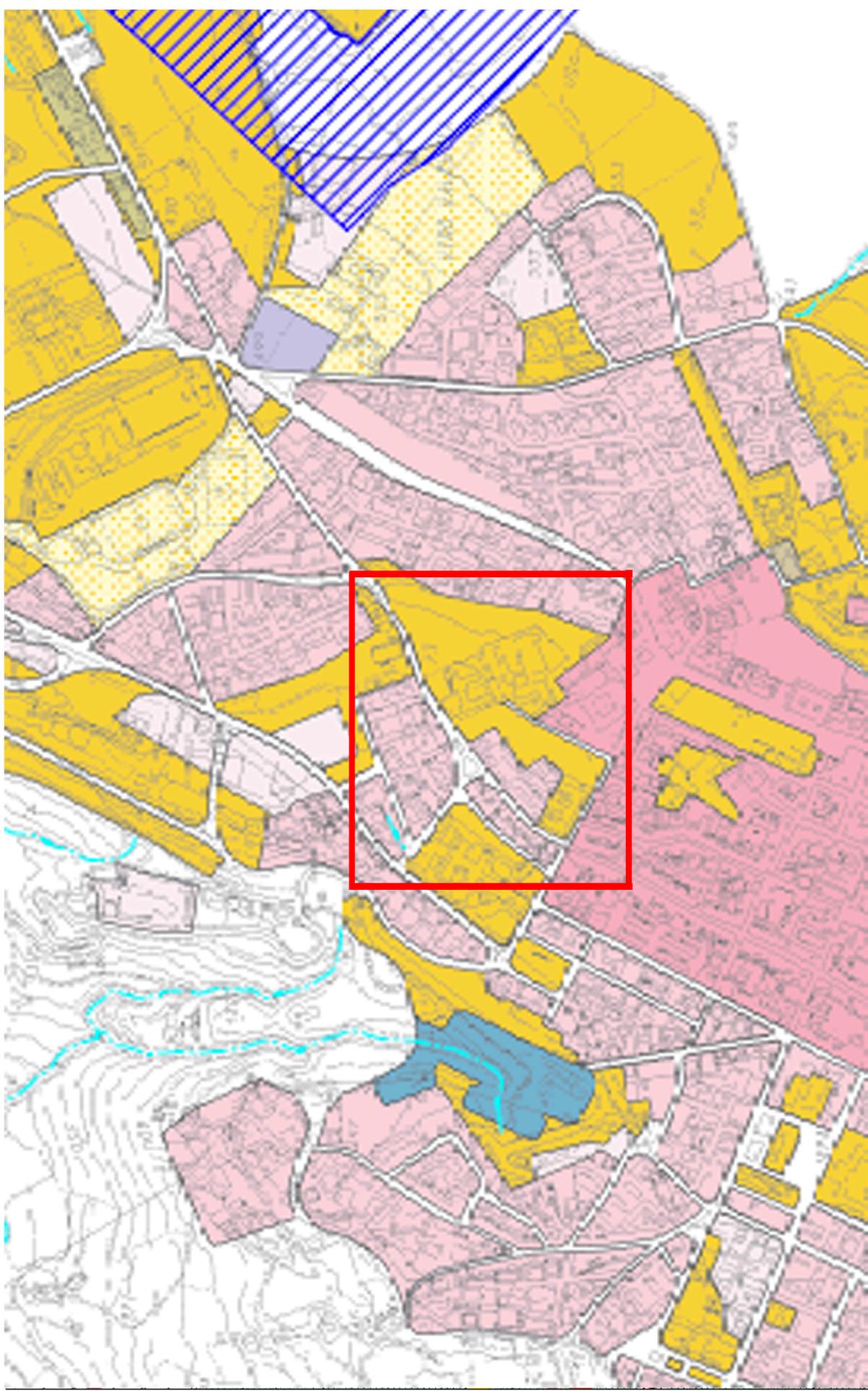
TAV_6 presentazione contratto di quartiere 2

INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VIBO VALENTIA zona S. ALOE



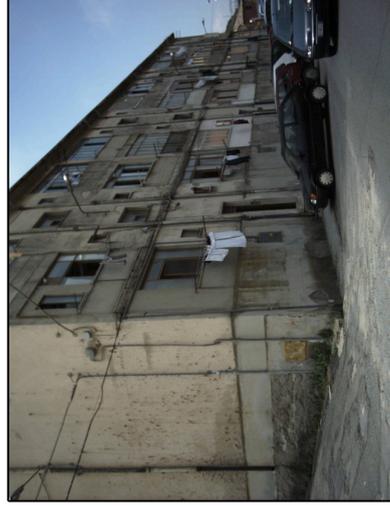
TAV 1 Individuazione planimetrica 1:5.000

INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VIBO VALENTIA zona S. ALOE

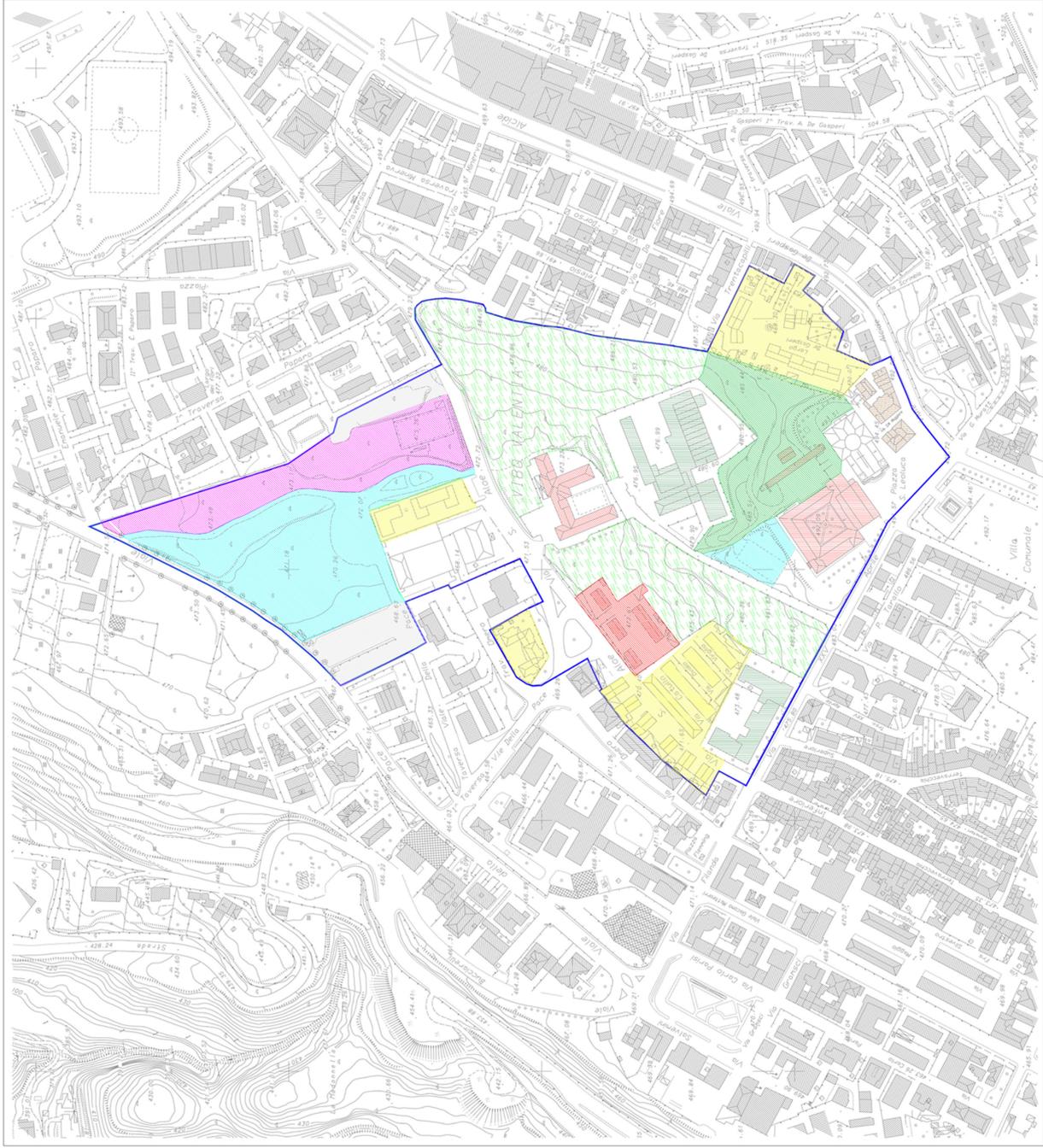


TAV. 2_stralcio piano regolatore generale

INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VIBO VALENTIA zona S. ALOE



INDIVIDUAZIONE AREA D'INTERVENTO COMUNE DI VIBO VALENTIA zona S. ALOE



LEGENDA

	AMBITO CONTRATTO DI QUARTIERE
	AREE DESTINATE A PARCHEGGIO
	AREA POLIFUNZIONALE (manifestazioni, area raccolta protezione civile, mercati, mercati)
	AREE DESTINATE PER SPORT E GIOCHI BAMBINI
	AREA EDIFICI ATERP DA RECUPERARE
	AREA EDIFICI COMUNALI DA RECUPERARE
	AREA PER PARCO ED EDIFICI PER ASSOCIAZIONI
	EDIFICI PRIVATI
	LIMITI PARCO ARCHEOLOGICO

TAV. 5_ PROPOSTA DI PROGETTO COMUNE DI VIBO VALENTIA, CONTRATTO DI QUARTIERE 2 planimetria

Presentazione Contratto di Quartiere 2



OBIETTIVO rigenerazione urbana, quadro di azioni e di interventi, con capacità generativa, mirati all'attuazione di interventi sperimentali nel settore dell'edilizia sovvenzionata e annesse urbanizzazioni;

INTERVENTI AMMESSI riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, ridefinizione della viabilità locale, dei parcheggi, dei percorsi pedonali e degli spazi aperti;

TIPOLOGIA contratto di quartiere

SUP. COPERTA_10.114 mq

MANTENIMENTO AL'INTERNO DELL'AREA DI TUTTI I NUCLEI FAMILIARI RESIDENTI

Il programma Contratto di Quartiere 2 costituisce per il Comune di Vibo Valentia, l'occasione per avviare un percorso di articolazione di politiche che configurano una serie di interventi integrati in ambiti periferici segnati da una multidimensionalità di problemi. In questa direzione, i programmi di Contratti di Quartiere sono stati elaborati mirando a definire un quadro di azioni e di interventi che abbiano capacità generativa e che concorrano a definire modalità che possano essere assunte quali riferimenti generali per eventuali azioni dell'Amministrazione Comunale in altri quartieri periferici. L'Amministrazione Comunale di Vibo Valentia ha ravvisato la necessità di promuovere nella zona "S. ALOE" un Programma di Recupero Urbano denominato "CONTRATTO DI QUARTIERE II", finalizzato all'attuazione di interventi sperimentali nel settore dell'edilizia sovvenzionata e annesse urbanizzazioni, nonché ad altri interventi tesi soprattutto a migliorare gli insediamenti residenziali ivi localizzati, carenti per qualità ambientale e per dotazione di servizi, al punto tale da caratterizzarle in modo negativo rispetto alle altre zone della città.

L'ambito prescelto per l'attuazione del programma di Recupero Urbano, i cui caratteri corrispondono a quanto richiesto dal Bando di Gara, investe un'area di circa 14 HA di cui circa 2,50 HA, interessati dalla presenza di edilizia residenziale sovvenzionata da sottoporre in parte, ad interventi sperimentali nel settore di edilizia sovvenzionata e annesse urbanizzazioni e, in parte, ad interventi tesi ad accrescere la dotazione dei servizi di interesse generale, di quartiere, del verde pubblico e delle opere infrastrutturali occorrenti, nonché a migliorare la qualità abitativa ed insediativa dell'ambito, con riferimento al ruolo che lo stesso possiede nel più ampio contesto urbano della città.

La proposta di Contratto di Quartiere di seguito illustrata si colloca, dunque, in un disegno più articolato che se ancora non viene automaticamente a configurare lo sviluppo di un "progetto integrato", indica l'avvio di un percorso nel quale l'amministrazione Comunale struttura e organizza un processo multifattoriale e orientato a trattare simultaneamente una serie di problematiche di diversa natura che in alcuni ambiti urbani configurano situazioni di "crisi".

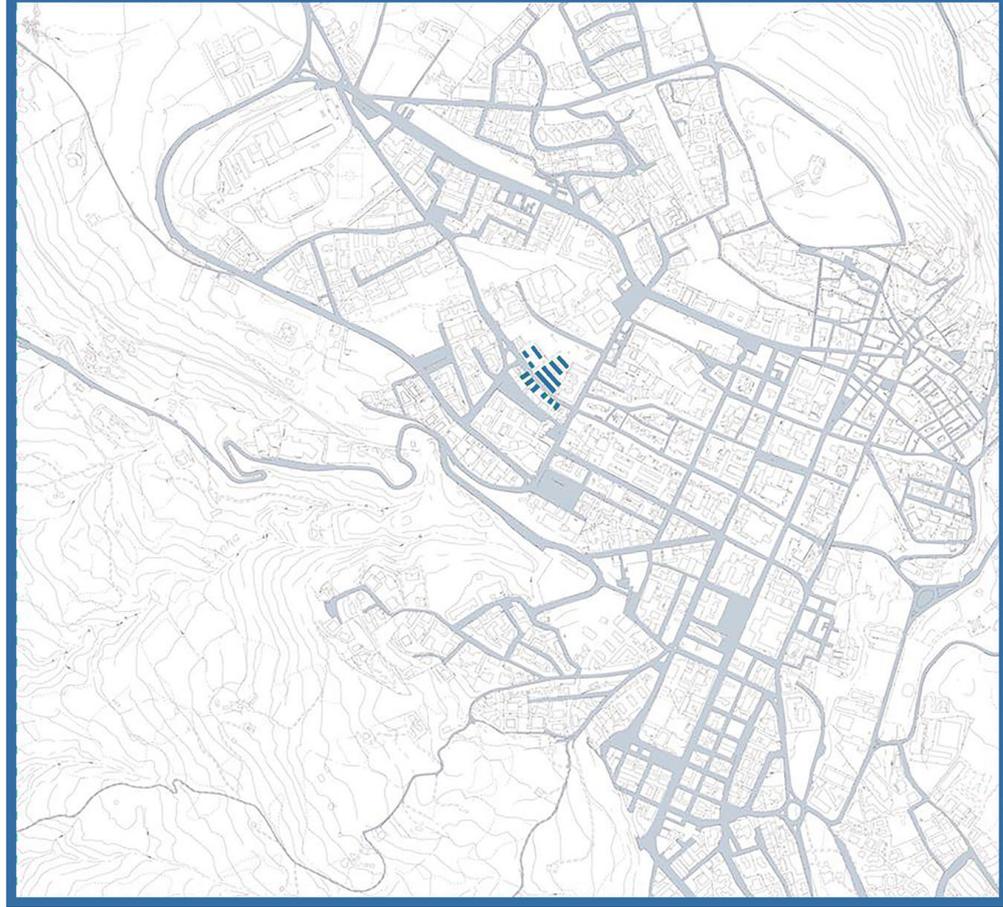
Quella dei quartieri in crisi - una definizione ampiamente ripresa nel dibattito internazionale - è l'immagine che traduce l'effetto urbano della precipitazione in alcuni luoghi di una cumulazione di marginalità sociale, povertà economica, debolezza culturale, degrado ambientale tale per cui si perde la possibilità di definire in termini interpretativi un rapporto di causa - effetto tra le diverse aree di criticità.

Accogliere quest'accezione complessa significa considerare come la condizione periferica non sia certo riconducibile ad un problema di distanza fisica, ma necessari il riferimento a elementi di disuguaglianza distributiva rispetto alle risorse, alle possibilità di accesso alle stesse, alla intensità di opportunità.

La prospettiva e la strategia di intervento entro cui si collocano le proposte di "Contratto di Quartiere II" per la città di Vibo Valentia è quella di un quadro articolato in cui più campi di azione risultino complementari e sinergici.

L'intervento sulla dimensione fisica dei problemi dei quartieri pubblici e al contempo sulla dimensione sociale ed economica e l'intervento di riqualificazione di servizi e strutture che hanno rilevanza alla scala locale, insieme allo sviluppo di progetti che rimandano alla scala urbana complessiva, hanno l'obiettivo di rompere i recinti che sembrano delimitare i quartieri di edilizia pubblica e segnare quell'isolamento o "distinzione" che costituisce di per sé un problema centrale. I criteri per la delimitazione dell'ambito di intervento del Programma di Recupero Urbano denominato "Contratto di Quartiere II" sono:

- 1) l'ampiezza e la consistenza del degrado edilizio - urbanistico;
- 2) l'ampiezza e la consistenza del degrado dell'ambiente urbano;
- 3) l'ampiezza e la consistenza del degrado sociale;
- 4) la carenza di dotazione di opere di urbanizzazione primaria e secondaria;
- 5) il ruolo che il quartiere ha e assumerà nel più ampio contesto urbano della Città.



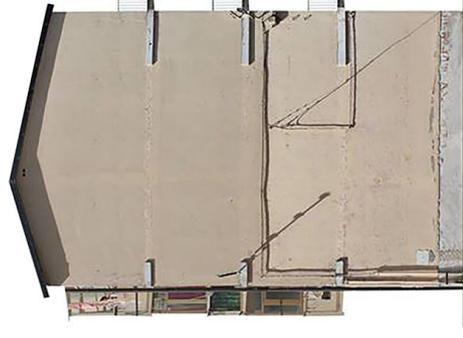
PLANIMETRIA

TIPOLOGIE EDILIZIE

CASA BIFAMILIARE

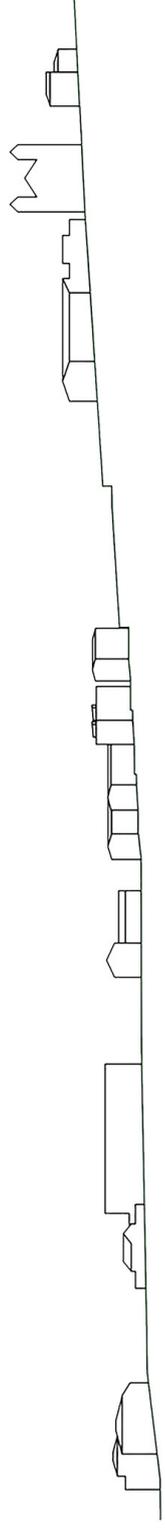
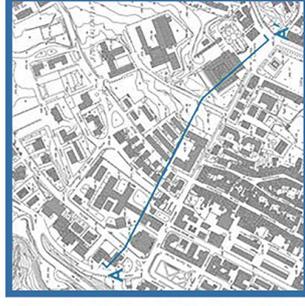


CASA IN LINEA



CASA A SCHIERA

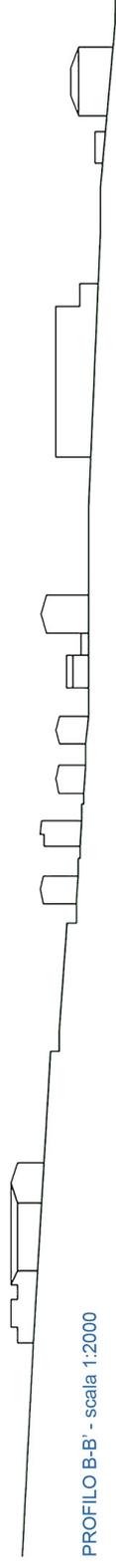
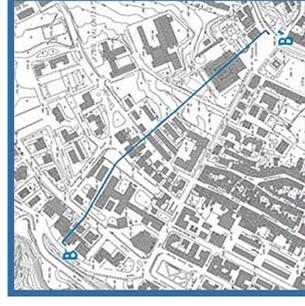




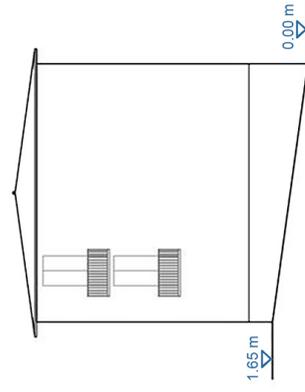
PROFILO A-A' - scala 1:2000



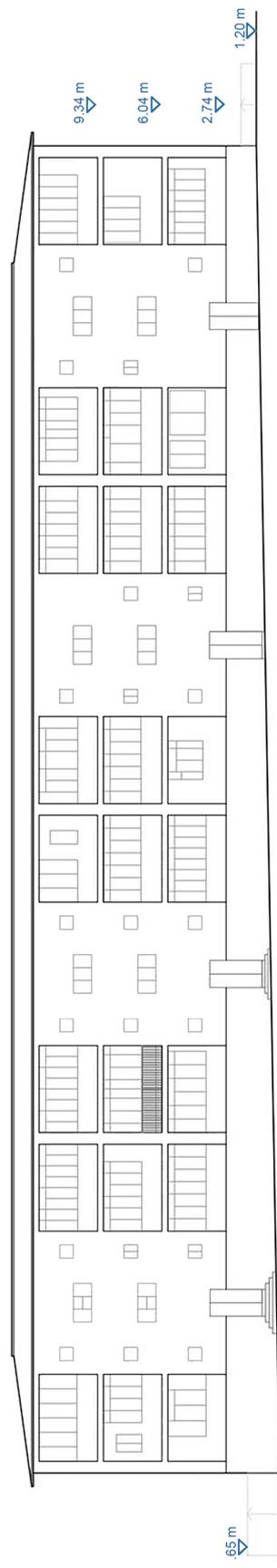
FOTOGRAFIE QUARTIERE S: ALOE



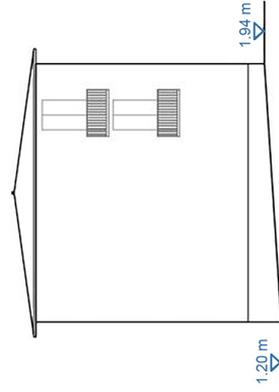
PROFILO B-B' - scala 1:2000



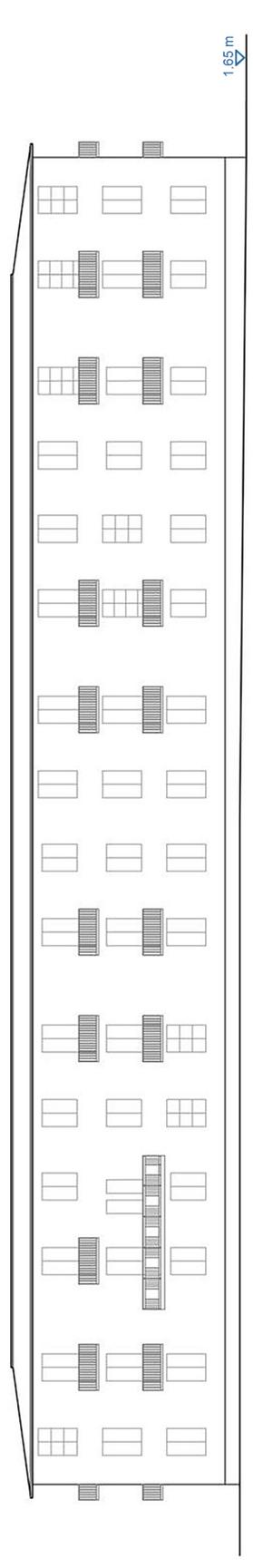
PROSPETTO Lato A



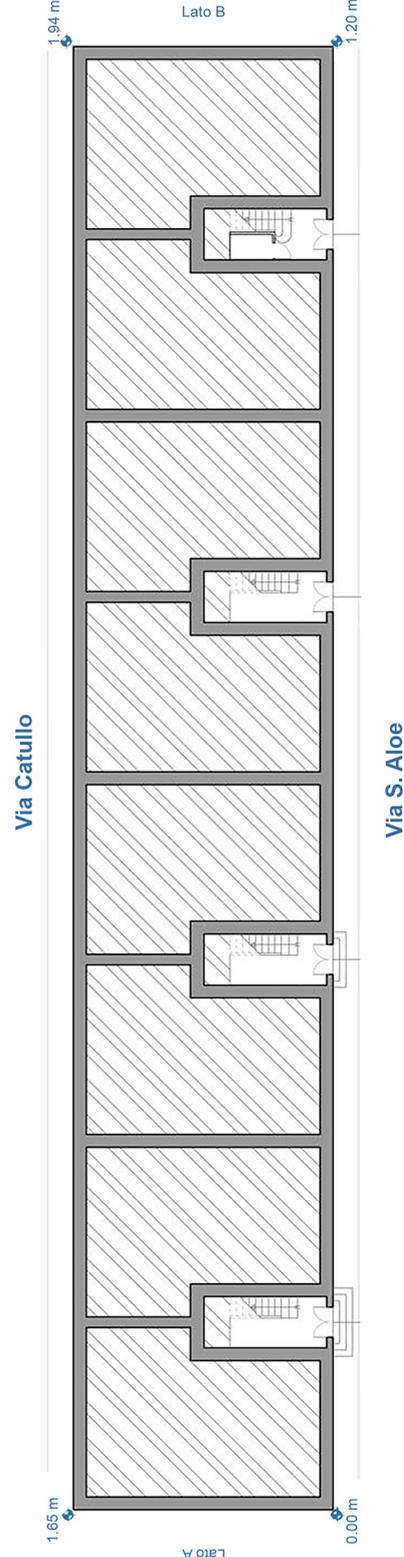
PROSPETTO su via S. Aloe



PROSPETTO Lato B

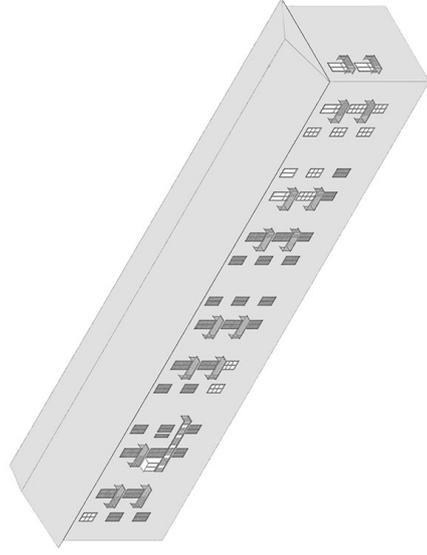


PROSPETTO su via Catullo

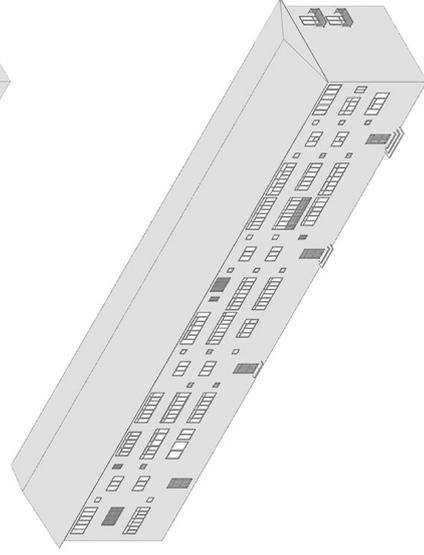
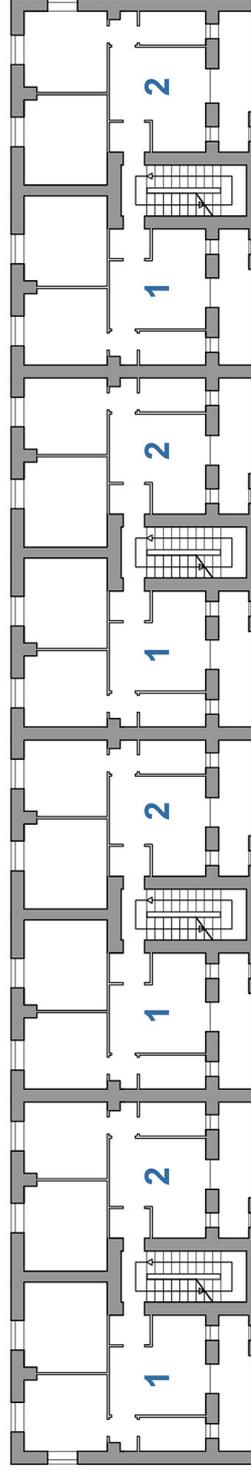


PIANTAATTACCO A TERRA +0,00 m

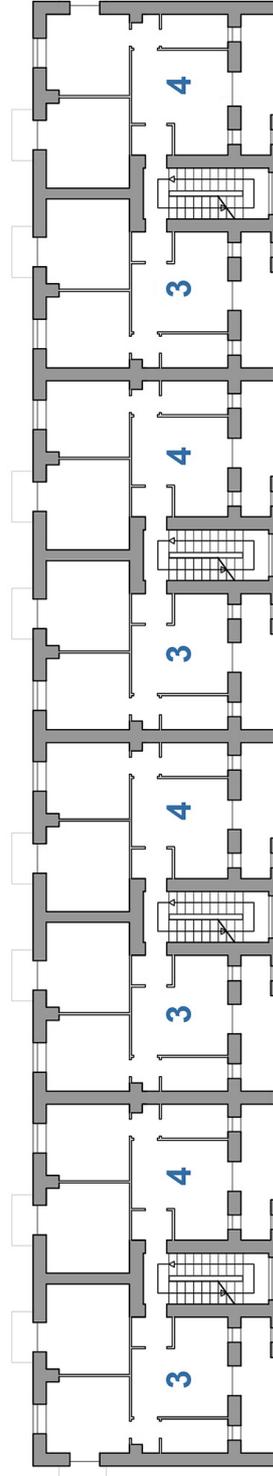
Scala 1:250



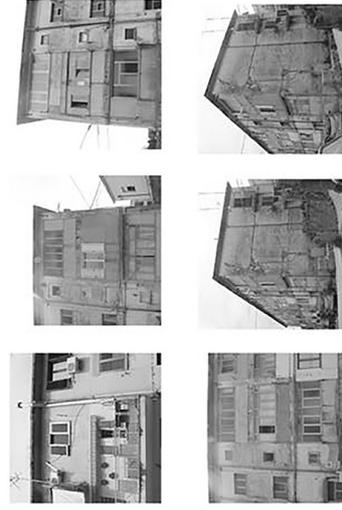
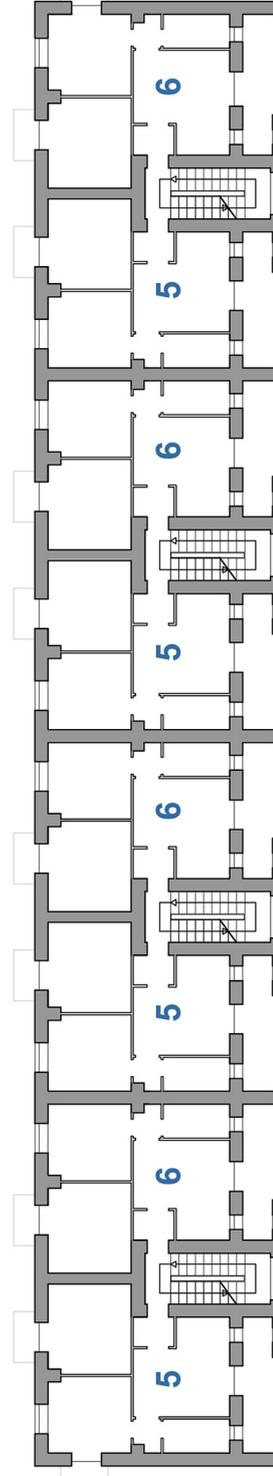
PIANTA PIANO RIALZATO +2,74 m



PIANTA PIANO PRIMO +6,04 m



PIANTA PIANO SECONDO +9,34 m



Scala 1:250

