

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Scuola di Dottorato in architettura
Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura
Dipartimento di Progettazione Urbana e di Urbanistica

Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura
XXII ciclo

dottoranda: Sara Di Micco

Tutor: Prof. essa Virginia Gangemi

anno accademico 2009/2010

La casa ecologica prefabbricata

Indirizzi progettuali per la contestualizzazione ambientale

Il coordinatore
Prof. Mario Losasso

INDICE

INTRODUZIONE

PARTE I

**CAPITOLO I RESIDENZA PREFABBRICATA E SOSTENIBILITA’
 AMBIENTALE: inquadramento storico-normativo**

- 1.1 Le radici della *prefab home*
- 1.2 Strategie per la sostenibilità ambientale dell’edilizia residenziale:
norme e regolamenti in Europa
 Regno Unito, il nuovo regolamento inglese: “*Code for sustainable homes*”
- 1.3 Il rapporto con il luogo
- 1.4 Sistemi prefabbricati per l’abitare ecologico

CAPITOLO II RICERCHE E SPERIMENTAZIONI SULLA PREFAB HOME

- 2.1 *Modern prefab*: ricerca e sperimentazione dagli anni Ottanta ai nostri giorni
 - 2.1.1 USA: la *prefab home* tra tradizione e innovazione
Esempi di residenze prefabbricate in Sud America, Giappone ed Europa
 - 2.1.2 Regno Unito: *BRE Innovation park - OFFSITE*
Le moderne tecniche di costruzione off-site: *Modern method of construction (Mmc)*
 - 2.1.3 Spagna: la casa tra industrializzazione edilizia e disegno bioclimatico
- 2.2 La casa prefabbricata “su misura” e “su progetto”
- 2.3 La casa-kit
- 2.4 Il mercato della *prefab home*: l’influenza delle politiche aziendali sulla
sperimentazione
- 2.5 Le motivazioni di una scarsa diffusione in Italia

PARTE II

CAPITOLO III PREFAB HOME: UNA RASSEGNA DI ESEMPI SIGNIFICATIVI

- 3.1 *Prefab check-list*: metodologia di analisi e selezione dei casi studio
- 3.2 La scheda di analisi
- 3.3 *Case Studies*: un’analisi ad ampio spettro

Lighthouse - Sheppard Robson /Azienda Kingspan (Gran Bretagna)

The Affordable Home - Azienda Osborne (Gran Bretagna)

Hanson Eco-House - Azienda Hanson (Gran Bretagna)

The Sigma Home - Azienda Stewart Milne Group (Gran Bretagna)

Organics - Azienda EcoTech (Gran Bretagna)

Prototipo RuralZed - Bill Dunster Architects Zedfactory (Gran Bretagna)

Magic box - Universidad Politécnica de Madrid (Spagna)

Prototipo - Fugy (Spagna)

Prototipo R4 House - Luis De Garrido (Spagna)

Atika - Azienda Velux (Spagna/Italia)

SMARThouse - Azienda Mabo Group (Italia)

Heidi - Matteo Thun/ Azienda Rubner (Italia)

Benhidjed house - Kaden+Klingbeil Architekten (Germania)

O' Sole Mio - Matteo Thun/Azienda GriffnerHaus (Germania)

3716 Springfield - Studio 804 (U.S.A)

E-cube - Jenesys Buildings Corporation (Canada)

- 3.4 Un primo bilancio complessivo
 - 3.4.1 “Punti di forza”: i principali livelli di innovazione riscontrati
 - 3.4.2 Limiti e contraddizioni delle soluzioni analizzate

PARTE III

CAPITOLO IV STRATEGIE PROGETTUALI INNOVATIVE PER LA CONTESTUALIZZAZIONE DELLE CASE ECOLOGICHE PREFABBRICATE

- 4.1 Il ruolo del contesto nei progetti esaminati: *prefabricated home and landscape*
- 4.2 Approfondimento analitico di alcuni casi studio
- 4.3 Componenti tecnologici per funzioni decontestualizzabili
- 4.4 L’inserimento nel contesto delle *prefab home*. Individuazione di costanti e variabili

Proposte per la sperimentazione di prefab home per il clima mediterraneo: indirizzi per le ricerche progettuali future

Glossario

Bibliografia

INTRODUZIONE

Dietro ogni problema c'è un'opportunità

Galileo Galilei

La scelta di affrontare, per lo sviluppo di questa tesi di Dottorato, il tema della casa ecologica prefabbricata, è maturata all'interno di una linea di ricerca da tempo assunta dalla cattedra di Progettazione Ambientale, presso il Dipartimento di Configurazione ed Attuazione dell'Architettura dell'Università di Napoli Federico II. Infatti già dal 1996 erano in corso attività di ricerca e di sperimentazione progettuale, sviluppate nell'ambito dell'edilizia residenziale sostenibile, anche attraverso la promozione di alcune tesi di Dottorato sui temi della *“Architettura bioecologica. Ricerca tecnologica e cultura dell'abitare nelle esperienze del Nord Europa”*¹ e de *“La qualità ecosistemica nell'edilizia residenziale pubblica. S.O.VA.QU.E un nuovo strumento operativo per la valutazione”*².

Anche il Convegno Internazionale sul tema, *“Edilizia Residenziale Pubblica Ecocompatibile”*³ e la ricerca nazionale PRIN dal titolo *“Strategie per la promozione dell'edilizia residenziale pubblica ecocompatibile”*⁴ a cui seguì un workshop progettuale con l'obiettivo di redigere progetti pilota per residenze ecocompatibili nella periferia di Napoli⁵ hanno contribuito a stimolare il dibattito e a far focalizzare l'attenzione di giovani architetti su questa problematica, di particolare interesse anche dal punto di vista economico e sociale.

Le emergenze ambientali che da qualche tempo danneggiano il nostro pianeta, impongono una riflessione attenta rispetto all'utilizzo di strategie costruttive ecosostenibili, volte a divenire una risposta concreta all'esigenza di riduzione degli impatti, dei consumi energetici e delle risorse. I sistemi *off-site* appaiono una possibile soluzione a tali esigenze dal momento che favoriscono il controllo delle prestazioni dell'organismo edilizio e permettono di tener con-

¹ Tesi di Dottorato dell'architetto Francesca Capobianco, XII ciclo a.a. 1996- 99.

² Tesi di Dottorato dell'architetto Giulia Bonelli, XV ciclo a.a. 1999- 02.

³ Promosso nel 2002 dal Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura in collaborazione con l'INBAR sezione di Napoli. Il Convegno si articolava nelle seguenti tre sessioni tematiche: *Recupero e ristrutturazione edilizia a scala urbana; Sperimentazione per la realizzazione di nuovi complessi edilizi residenziali; Processi, sistemi e tecniche di intervento.*

⁴ Nel biennio 2002/04, la Cattedra di Progettazione Ambientale del Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura coordinò la ricerca nazionale PRIN dal titolo *Strategie per la promozione dell'edilizia residenziale pubblica ecocompatibile* a cui partecipano il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino, l'Università degli studi di Firenze e la Seconda Università di Napoli.

⁵ Il workshop fu condotto con la collaborazione del Comune di Napoli che individuò un'area del quartiere periferico di Ponticelli, soggetta a Piano di Recupero Urbano, per sottoporla alle sperimentazioni progettuali.

to, a monte, del processo delle variabili funzionali, statiche, formali, impiantistiche, materiche, della costruzione e di programmare l'intero *life cycle* dell'edificio, "cradle to cradle".

Anche la volontà di avviare un dialogo con il mondo della produzione, analizzandone i prodotti e i processi, ha indirizzato la ricerca sui nuovi sistemi costruttivi prefabbricati, ed in particolar modo sul "prodotto-casa": "case kit", "case chiavi in mano", case vendute a catalogo, con modifiche su richiesta dell'acquirente, sono queste le proposte delle aziende del settore. Pubblicizzate sul mercato come abitazioni ecocompatibili, queste residenze spesso sollevano molte perplessità, rispetto alla reale rispondenza ai principi della progettazione sostenibile. Il confronto con le imprese produttrici può determinare nuove prospettive di sviluppo per la ricerca e soprattutto la sperimentazione e proto tipizzazione di nuovi elementi e sistemi per l'abitare ecologico.

Alla luce di tali premesse, lo studio della *prefab home* appare, quindi, interessante per comprendere le potenzialità dei *Modern method of construction (Mmc)* e la capacità di tali edifici di relazionarsi in modo armonico al contesto nel quale si inseriscono. Le sperimentazioni, svolte negli ultimi decenni, in particolar modo nel Nord Europa e nel Nord America, grazie alla collaborazione tra il mondo del *design* e quello imprenditoriale, contribuiscono ad alimentare il recente dibattito sui vantaggi e i limiti della prefabbricazione edilizia.

L'analisi svolta sul tema si limita alle residenze unifamiliari; come affermava Vittorio Chiaia nel suo libro sulle case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo: "*Le ragioni perché si sia iniziato lo studio sulla <prefabbricazione> con le case unifamiliari prefabbricate sono molteplici: quello delle case unifamiliari è il settore che ha avuto e continua ad avere la varietà più vasta di applicazione di sistemi; fra i vari tipi di alloggi residenziali quello unifamiliare resta il più organico, il più completo, e il più suscettibile di applicazione dei moderni concetti di <abitazione>: flessibilità, ampliabilità, contatto con la natura circostante, ecc., date le sue limitate dimensioni, è il tipo che più si presta ad essere realizzato con modesto impiego di capitali in modelli sperimentali, prototipi, in cui tutti i problemi tecnici, strutturali, tecnologici, impiantistici, architettonici, possono essere studiati, affinati e risolti con unità e completezza*"⁶.

Gli edifici scelti come casi studio sono, infatti, per lo più prototipi che sia per le *energy performance* che per i componenti e sistemi tecnologici impiegati possono ritenersi all'avanguardia nel campo delle realizzazioni *off-site*.

⁶ Chiaia V., *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962 pgg. 9-10.

In particolare, le *Prefab home*, nate dalle sperimentazioni di enti di ricerca come il BRE *Innovation Park* o come la Universidad Politecnica de Madrid, sono il punto di riferimento della ricerca, che mira a comprendere quali strategie *off-site* possono rappresentare il lessico di un nuovo linguaggio progettuale, che coniughi *design*, innovazione, sostenibilità ambientale.

Abitazioni nelle quali non siano unicamente privilegiati gli aspetti impiantistici legati al risparmio energetico, trasformate in edifici-elettrodomestico, contenitori autosufficienti ma privi d'anima⁷. Residenze prefabbricate, invece, i cui *light - motive* siano l'integrazione con il contesto, la qualità architettonica e il benessere dell'utenza.

Un ultimo aspetto fondamentale che caratterizza la ricerca condotta deve considerarsi la mia partecipazione diretta alle sperimentazioni effettuate per la realizzazione dei prototipi, attraverso stage e viaggi studio effettuati a Londra presso il BRE *Innovation Park*, a Madrid presso il gruppo ABIO - *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible* della *ETS de Arquitectura* della *Universidad Politecnica de Madrid*⁸, a Berlino presso lo studio Kaden+Klingbeil Architekten.

⁷ Robert C.W. Ettinger (1968) preannunciava “*avverrà che la società si raggrupperà introno agli impianti di refrigerazione e ai magazzini frigoriferi, e gli uomini reprimeranno la loro infelicità nell’attesa del futuro regno eterno*”

⁸ La mia esperienza di studio e formazione presso l'Universidad Politecnica de Madrid si è svolta da gennaio ad aprile 2009 nel Grupo de Investigación ABIO, *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*, con tutor César Bedoya Frutos, arquitecto y Profesor Titular del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

RESIDENZA PREFABBRICATA E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE: inquadramento storico-normativo

Nell'evoluzione storica delle tecniche si è andata affermando un'idea di tempo non riferita strettamente alla vita dell'edificio, ma piuttosto all'uso che ne fa l'utente; quest'idea si basa sul confronto e sulla collaborazione, e non sul dominio, tra uomo e natura, grazie alle nuove tecniche che favoriscono la leggerezza e la reversibilità del costruire.

Eduardo Vittoria

1.1 Le radici della prefab home

Osservando le costruzioni romane, i templi greci, nonché gli obelischi egizi, preformati in cava per predisporre la lavorazione fuori opera, è possibile constatare, considerando l'alto livello di ingegnerizzazione delle suddette opere, come anche questi antichi popoli utilizzassero comunemente la prefabbricazione. Potremmo, quindi, con Vittorio Chiaia definire questa una "prefabbricazione *ante litteram*", intesa come particolare organizzazione dell'edilizia basata sulla razionalizzazione dei procedimenti costruttivi e sulla riduzione delle operazioni da svolgere in cantiere.

La storia della prefabbricazione ha il suo inizio ufficiale nella prima metà del XIX secolo, parallelamente allo sviluppo di nuovi materiali (ghisa, ferro, acciaio, cemento armato) e al rinnovamento delle tecniche dovuto alla rivoluzione industriale¹⁰. La prefabbricazione¹¹ è, infatti, inserita all'interno dei processi dell'industrializzazione edilizia, dal momento che opera la scomposizione dell'edificio nelle sue parti componenti, le realizza separatamente nelle sedi più idonee e trasforma il cantiere in un'officina di montaggio¹².

La diffusione in Inghilterra di elementi portanti in ghisa dal 1780 e di quelli in acciaio dal 1855 decretò, con la produzione in serie¹³, la nascita della prefabbricazione in officina.

⁹ Scrive lo stesso Vittorio Chiaia nel suo pregevole studio sulla prefabbricazione (pg.91, nota 3) che, *secondo il Libro dei Re, il tempio di Salomone sarebbe stato edificato dagli ebrei con pietre "predisposte prima dell'assemblaggio" onde non turbare con il rumore di utensili in ferro la quiete della casa di Dio.*

¹⁰ La trasformazione tecnica della produzione, a cui appunto si dà il nome di rivoluzione industriale, ebbe inizio nella seconda metà del 700 nell'industria tessile e si sviluppò soprattutto in Inghilterra e poi in altre industrie e in altri paesi.

¹¹ Secondo l'Associazione Italiana Prefabbricazione (AIP): la fabbricazione industriale fuori opera di parti delle costruzioni civili atte ad essere utilizzate mediante prevalenti azioni di montaggio.

¹² Si veda la voce "prefabbricazione" Lessico Universale Italiano, Istituto della Enciclopedia Italiana Giovanni Treccani, Roma, 1977.

¹³ La produzione in serie è il frutto di due complessi fenomeni economici, sociali e organizzativi denominati: Taylorismo e fordismo che fanno capo, rispettivamente, all'ingegnere Frederick Taylor (1856 – 1915) e all'industriale Henry Ford (1863 – 1947).

Dal momento che per la nascente civiltà industriale era determinante la facilità dei trasporti, le prime grandi realizzazioni riguardarono le infrastrutture ed in particolare la costruzione di ponti¹⁴, stazioni ferroviarie, stabilimenti portuali e, successivamente, mercati, gallerie commerciali, borse valori ed edifici per le grandi esposizioni universali.

Tra questi ultimi va ricordato il Crystal Palace¹⁵ (fig. 1-2) realizzato a Londra (in Hyde Park) da Joseph Paxton (1801-65) nel 1851 per la Great Exhibition, prima Esposizione Universale.



Figura 1-2. Joseph Paxton, Crystal Palace, Londra, 1851. Schizzo preliminare dell'edificio e vista interna

Come afferma Guido Nardi (2004) “questo edificio può essere considerato esempio emblematico dell'accettazione delle logiche produttive, sottese all'applicazione del ferro, che andavano delineando nuove concezioni strutturali. La necessità di realizzare un grande edificio in un tempo assai ridotto indusse Paxton a progettare un organismo i cui elementi potessero essere prodotti in serie e montati con estrema facilità. Emergono in questo senso elementi progettuali di grande novità come, per esempio, la coordinazione modulare, la definizione puntuale del

L'ingegnere Taylor fu il primo a teorizzare un'organizzazione scientifica del lavoro: egli aveva compreso l'importanza, a livello industriale, di attuare un sistema di produzione mirante al massimo della produzione con il minimo dello sforzo e del tempo. A tal fine creò la catena di montaggio, un sistema produttivo diviso in tante piccole unità semplici e ripetibili che non consentivano alcuno spreco di energia né di tempo.

Henry Ford, proprietario dell'omonima industria di automobili, capì le potenzialità del metodo tayloristico, e per primo utilizzò la catena di montaggio nella sua industria.

¹⁴ Esempi: il ponte Coalbrookdale sul fiume Severn (Gran Bretagna), con una sola arcata in ghisa larga 30 metri (1775-79); il viadotto di Garabit sulla Truyère, progettato nel 1880-84 dall'ingegnere francese Alexandre-Gustave Eiffel, con una campata di 165 metri; il ponte sul Firth of Forth in Scozia, realizzato da Benjamin Baker e John Fowler nel 1881-89, con luci che raggiungono un'ampiezza, senza sostegni, di 521 metri ciascuna.

Il primo ponte sospeso in ferro fu costruito in Pennsylvania da James Finley (1808), nel 1819-26 fu realizzato il ponte sospeso a catene sullo stretto di Menai nel Galles (m 177 di luce).

¹⁵ Paxton ideò una struttura gigantesca, circa 70000 mq di superficie, realizzata completamente in vetro e metallo, formata da elementi prefabbricati (3300 pilastri di ferro, 2224 travi, 300000 pannelli di vetro, 205 telai di legno per la posa dei vetri), che consentivano velocità di montaggio e possibilità di recupero integrale dei materiali (il palazzo fu, infatti, smontato e rimontato a Sydenham, dove venne distrutto da un incendio nel 1936). Considerato a lungo una delle meraviglie del mondo, capolavoro dell'età meccanica, il Palazzo di Cristallo influenzò i successivi sviluppi tecnici ed estetici dell'architettura.

dettaglio costruttivo, la programmazione delle modalità e delle fasi di assemblaggio, il design del componente: tutti temi che anticipano i paradigmi della progettazione industriale matura”¹⁶. Temi che negli Stati Uniti d’America trovavano ampia rispondenza, già a partire dai primi decenni dell’Ottocento, con gli insediamenti residenziali prefabbricati noti come *Log Cabin* o *Compact House*, e poi con il *Balloon Frame*¹⁷, procedimento costruttivo ideato da George W. Snow, a cui viene attribuita la paternità ufficiale, nonostante tale tecnica costruttiva, sviluppata intorno al 1830, come afferma G. E. Woodward, “può essere fatta risalire alla primitiva colonizzazione della prateria, dove era impossibile disporre di legname di grosso diametro e di mano d’opera specializzata ... Il *Balloon Frame*¹⁸ non è stato creato da nessuno e nessuno ne reclama l’invenzione”¹⁹.

In Nord America, infatti, sin dal 1624 i coloni inglesi, trasportavano dalla madre patria, a bordo di grandi navi da pesca, case prefabbricate in legno economiche e veloci da montare.

Inoltre, è dal 1840 che le fabbriche in Inghilterra e America producevano *house kits* da esportare in California, come alloggi temporanei per i minatori durante la corsa all’oro del 1849. Case in legno e anche molti edifici in ferro, venivano spediti agli acquirenti e la richiesta fu tale che nuovi insediamenti furono interamente costruiti con *prefab homes*.

Tra le aziende di case portatili meritano menzione: la *Hodgson Company* che sviluppò la sua produzione sin dal 1892, la *Gordon Van Tine*, la *Montgomery Ward*, la *Aladin* che nel 1906 introdusse sul mercato la *Readi-Cut House*, prima casa kit composta da pezzi preformati e numerati. Quest’ultima azienda offriva un catalogo di 450 modelli e vendette oltre 65.000 *Readi-Cut*. Da ricordare anche: la *General Houses Corporation* con i prototipi *Houses of Tomorrow* e *Crystal House* e la *Sears, Roebuck and Co.*, la più popolare azienda di case ordinate per posta che, tra il 1908 ed il 1940, vendette più di 100.000 case. L’offerta variava dal bungalows a edifici pluriplano, con un costo che oscillava dai 650\$ ai 2.500\$. Effettuata la vendi-

¹⁶ Nardi G., *Assemblaggio a secco. Le nuove radici antiche di una concezione del costruire* in www.infobuild.it (consultato il giorno 14 maggio 2009).

¹⁷ Il *Balloon Frame* è un sistema fondato sulla unione, mediante chiodatura, di elementi di legno di piccole dimensioni (2x4 e 2x8 pollici) disposti a brevissimi interassi. Esso può essere considerato la risposta adatta per la realizzazione di edifici in tempi molto brevi, impiegando legname di piccole dimensioni e manodopera poco specializzata. Occorre infine osservare come il sistema si è diffuso in concomitanza con l’industrializzazione dei processi di produzione dei chiodi che in meno di 50 anni consentì una riduzione dei costi di un ordine di grandezza (da: Cristina Benedetti, Vincenzo Bagicalupi, *Legno architettura. Il futuro della tradizione*, Kappa, Roma, 1991, p. 140).

¹⁸ Nel 1851 Gottfried Semper citando un operaio affermò: “se uno *yankee* vuole un progetto, va alla mattina dall’architetto, gli dice ciò che desidera, le dimensioni del terreno, la somma che è disposto a spendere; alla sera torna e può esaminare il disegno; se gli piace, il terzo giorno hanno inizio i lavori e nella sesta settimana può trasferirsi”. (da: Peter Gossel, Gabriele Leuthauser, *Architettura del XX secolo*, Taschen, Köln, 2005, I volume)

¹⁹ Grisotti M., *L’industrializzazione edilizia in rapporto alla prima e seconda rivoluzione industriale* in Ciribini G. et al., *Industrializzazione dell’edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965, p. 48.

ta , venivano recapitati all'acquirente 30.000 pezzi con un libretto (fig.3) di istruzioni di 75 pagine che riportava tutte le informazioni sull'assemblaggio.

Tra le sperimentazioni del primo Novecento vi sono le ricerche e i progetti che utilizzano prefabbricati in calcestruzzo, come gli studi dell'architetto americano Grosvenor Atterbury²⁰ e dell'inventore Thomas A. Edison²¹.

In Francia, negli anni Venti, Le Corbusier inizia le sue ricerche sulla cellula di abitazione da prodursi in serie. L'architetto svizzero gi  nel 1914 con Max Dubois aveva disegnato la *Maison Dom-ino*²² e nel 1921, due anni dopo che Walter Gropius costituì il *Bauhaus*, in un articolo per la rivista *L'esprit Nouveau*, introdusse un concetto rivoluzionario: *la machine  *

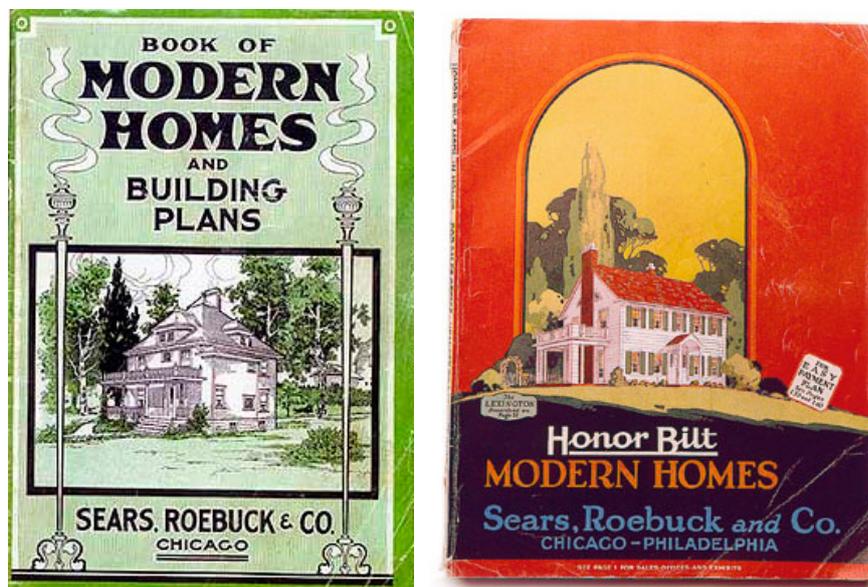


Figura 3. Catalogues of house plans sold by Sears, Roebuck & Company, 1926 e 1928

habiter, sostenendo che la casa   una macchina da abitare . Affermava “*se il problema dell'abitazione, dell'appartamento, venisse studiato come si studia un telaio d'automobile, si vedrebbero rapidamente trasformate e migliorate le nostre case. Se le case fossero costruite industrialmente, in serie, come dei telai di automobile, si vedrebbero sorgere rapidamente forme inattese, ma sane, definibili, e l'estetica verrebbe formulata con una precisione sorpren-*

²⁰ Atterbury svilupp  un innovativo metodo di costruzione: ogni casa poteva essere costruita con circa 170 pannelli prefabbricati in calcestruzzo, fabbricati fuori opera e montati con una gru. Tra il 1910 ed il 1918, l'architetto costruì ben 100 unit  nella citt  di Forest Hills, vicino New York.

²¹ Nel 1907 Edison ide  un sistema in cui la casa veniva realizzata con sole due operazioni di getto: la prima per le fondazioni, la seconda per la struttura superiore fuori terra.

²² Un sistema prototipo costituito da una struttura in cemento armato che eliminava la necessit  di muri portanti: sei pilastri di dimensioni standardizzate e i solai costituivano uno scheletro consentivano innumerevoli varianti di pianta, con facciate, pareti, finestre e porte completamente indipendenti dalla struttura portante.

dente²³". In base a tali teorie ideò: *Maison Voisin*, prototipo di una nuova tipologia abitativa, frutto dell'integrazione tra il concetto dell'alloggio minimo e quello di automobile, e *Maison Citrohan* (fig.4) che, se pur mai realizzata, fu concepita come modello per l'edilizia residenziale di massa. E' chiara l'assonanza del nome con quello della nota azienda automobilistica francese Citroen, "le case non sono altro che nuove realizzazioni a catena di montaggio. Occorre creare lo spirito della produzione in serie, lo spirito di costruire case in serie, lo spirito di concepire case in serie²⁴".

Negli stessi anni, in Germania, Gropius, fondatore della *Bauhaus*, fu un ardente fautore della produzione edilizia di massa, e pertanto la sua influenza nel campo della prefabbricazione fu straordinaria non solo per le sue esperienze dirette quanto per le sue posizioni teoriche. Infatti fu sostenitore di un'architettura capace di determinare alti "standard²⁵" abitativi per tutti e non

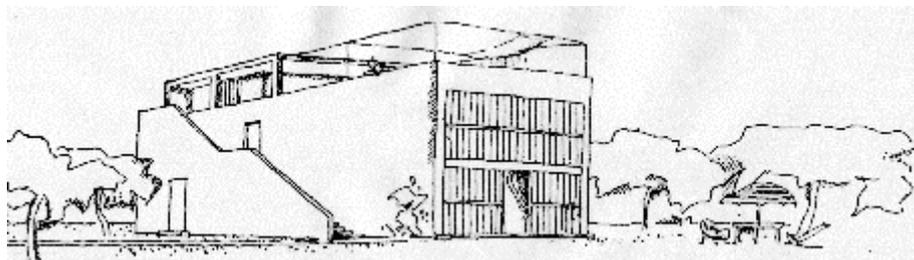


Figura 4. Schizzi Maison Citrohan versione 1920

solo ville per pochi privilegiati. Come afferma Chiaia (1963): "i suoi insegnamenti volti a spingere la ricerca di nuove forme più adatte ai materiali impiegati, ad incoraggiare l'adozione di un modulo, a dissipare sciocche paure di monotonia dovute a tipizzazione e standardizzazione... La prefabbricazione andava secondo Gropius, inquadrata nell'ambito di un più vasto movimento di industrializzazione: da realizzarsi con un lento processo di <evoluzione>, non di <rivoluzione>, che avrebbe interessato talune parti comuni a moltissimi edifici e non la struttura completa di pochi".

"L'architetto dell'avvenire disporrà, come in un gioco di costruzioni, di una grande varietà di parti staccate e intercambiabili dell'edificio, fabbricate in serie, a macchina, poste liberamente in vendita – gli serviranno per comporre come vorrà, edifici di diversa forma e varia

²³Le Corbusier, *Mass-production Houses*, da *Towards a New Architecture*, 1923, p.107.

²⁴*Ibidem* nota precedente

²⁵Le Corbusier: *L'architettura agisce sugli standards... Bisogna cercare di fissare degli standards per affrontare il problema della perfezione ... Lo standard viene stabilito a partire da basi certe non in modo arbitrario, con la sicurezza delle cose motivate e con una logica controllata dall'analisi e dalla sperimentazione. Gli standard sono un fatto di logica, di analisi, di studio scrupoloso, si stabiliscono a partire da un problema ben posto. La sperimentazione fissa definitivamente uno standard* (Le Corbusier, *Verso un'architettura*, 1923).

grandezza”²⁶ in tal modo si potr  far fronte “*al desiderio del pubblico di dare alla propria casa una forma che la distingue dalle altre... senza dover rinunciare al principio della fabbricazione in serie dei singoli elementi*”²⁷.

Tra il 1926 ed il 1928 speriment  nella costruzione del sobborgo di Toerten – Dessau, l’utilizzo di elementi prefabbricati; nel 1927, per il piano di Weissenhof Seidlung²⁸ nei pressi di Stoccarda, il montaggio a secco di due case unifamiliari a struttura d’acciaio e rivestimento in lastre di Eternit e nel 1931 case prefabbricate in grandi pannelli di rame.

Nel 1941, in collaborazione con l’architetto tedesco Konrad Wachsmann, svilupp  un sistema per la costruzione di muri divisorii²⁹ realizzato dalla *General Panel Costruction*, azienda statunitense produttrice di componenti prefabbricati.

In Europa la diffusione dei metodi industrializzati in architettura e principalmente nell’edilizia di tipo economico, viene proposta e teorizzata dal Deutscher Werkbund³⁰ e dal Bauhaus³¹ che, con le avanguardie italiane (*Manifesto dell’architettura futurista* di Antonio Sant’Elia, 1919) e quelle sovietiche raccolte intorno al Vchutemas, promuovono un nuovo linguaggio espressivo adeguato alla societ  della macchina, “*per la prima volta la tecnologia entra a pieno titolo a far parte della riflessione sull’architettura*”³².

La sfida di sperimentare nuove forme dell’abitare in relazione al tema dell’industrializzazione dell’edilizia fu colta da alcune delle figure pi  rappresentative del Movimento Moderno, tra

²⁶ Chiaia V., *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962 pg. 36.

²⁷ Grisotti M., *L’industrializzazione edilizia in rapporto alla prima e seconda rivoluzione industriale* in Ciribini G. et al., *Industrializzazione dell’edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965, p. 60-61.

²⁸ Per il piano Weissenhof Seidlung, preparato da Mies van der Rohe, vicepresidente del Werkbund, furono chiamati a partecipare i migliori architetti europei. Il quartiere composto da una ventina di edifici-prototipo, costruiti secondo tipologie e sistemi costruttivi differenti, voleva rappresentare un esperimento ampio, il cui scopo era: presentare una sintesi del movimento moderno, esprimere le teorie pi  avanzate sia di progettazione, sia di costruzione per l’edilizia residenziale, sperimentare alcuni sistemi per abbassare il costo delle costruzioni.

²⁹ La caratteristica di tale sistema sta nel fatto che non era necessaria nessuna congiunzione meccanica per tenere insieme i singoli elementi, i quali grazie all’orientamento diagonale delle superfici esterne, si incastrano vicendevolmente senza pi  alcuna possibilit  di movimento. Il sistema, appoggiato alle pareti, al soffitto, ai pavimenti di una costruzione gi  esistente, pu  essere montato e smontato con facilit  e pu  subire in ogni momento qualsiasi variazione.

³⁰ Il Deutscher Werkbund (“lega tedesca artigiani”), fondato a Monaco di Baviera nel 1907, era un’associazione, composta da artisti, architetti, designer ed industriali, con lo scopo di saldare la frattura tra industria e arti applicate venutasi a creare con lo sviluppo economico degli inizi del 900. Il Deutscher Werkbund accetta, quindi, il concetto di standardizzazione edilizia come elemento di possibile espressione artistica.

³¹ La Bauhaus, scuola di arte e architettura, fondata in Germania, nel 1919 da Gropius oper  fino al 1933. Fu il punto di riferimento dell’architettura razionalista, in essa si svilupparono le potenzialit  di innovazione insite nel Movimento Moderno. In questa scuola si definir  la figura del designer come oggi la concepiamo. Gropius affermava che: “*I tempi nuovi chiedono un’espressione adeguata una forma esatta e non casuale, contrasti chiari, ordine nelle parti, sequenze di elementi simili nonch  unit  di forme e colore diventeranno in coerenza con l’energia e l’economia della nostra vita pubblica, gli strumenti estetici dell’architetto moderno*”. I suoi insegnanti, appartenenti a diverse nazionalit , furono figure di primissimo piano dell’architettura europea.

³² Nardi G., *Tecnologie dell’architettura. Teoria e storia*, Libreria CLUP, Milano, 2001, pg. 52

cui l'architetto Richard Buckminster Fuller che nel 1927 progettò un esempio di casa futuristica chiamata *4-D Dymaxion House* (fig.5), una proposta innovativa che, nonostante l'interesse destato agli inizi, non incontrò il favore del pubblico. Ideò una abitazione di forma esagonale che, per liberare l'area di sedime, era sospesa in aria, sorretta da cavi appesi ad un pilone centrale, con struttura portante in alluminio, pareti trasparenti e pavimenti di gomma rigida. Un prototipo di 11 metri di diametro fu costruito nel 1946 a Wichita (fig.5), con la variante che la sagoma, invece che esagonale, era rotonda con tetto curvo. La sua intenzione era fabbricare questi edifici in serie come fossero automobili, trasportandoli con elicotteri. Durante la II Guerra Mondiale, data la necessità di alloggi per i soldati, Fuller propose *Dymaxion Dwelling Machine*, che poteva essere spedito ovunque e montato in poche ore. Nel 1948 l'architetto americano con i suoi allievi progettò una casa pieghevole per sei persone da poter trainare come una roulotte. Una volta dispiegata essa disponeva di una camera da letto, un soggiorno, una cucina e perfino di due bagni, ma per assurdo le mancavano muri e tetto. Qualche anno prima (1945), nel Regno Unito, Carl Koch, in collaborazione con gli architetti Callender e Jackson progettava, per conto della Inc Acorn di J. R. Bemis, la casa pieghevole Acorn, realizzata completamente in officina con lo scopo di offrire, in tempi brevi, alloggi a prezzi accessibili alle famiglie dei soldati di ritorno dalla guerra. La casa, ripiegata su se stessa, veniva trasportata al sito e dispiegata facendo ruotare le pareti ed il tetto su apposite cerniere e avvitando i punti di contatto.

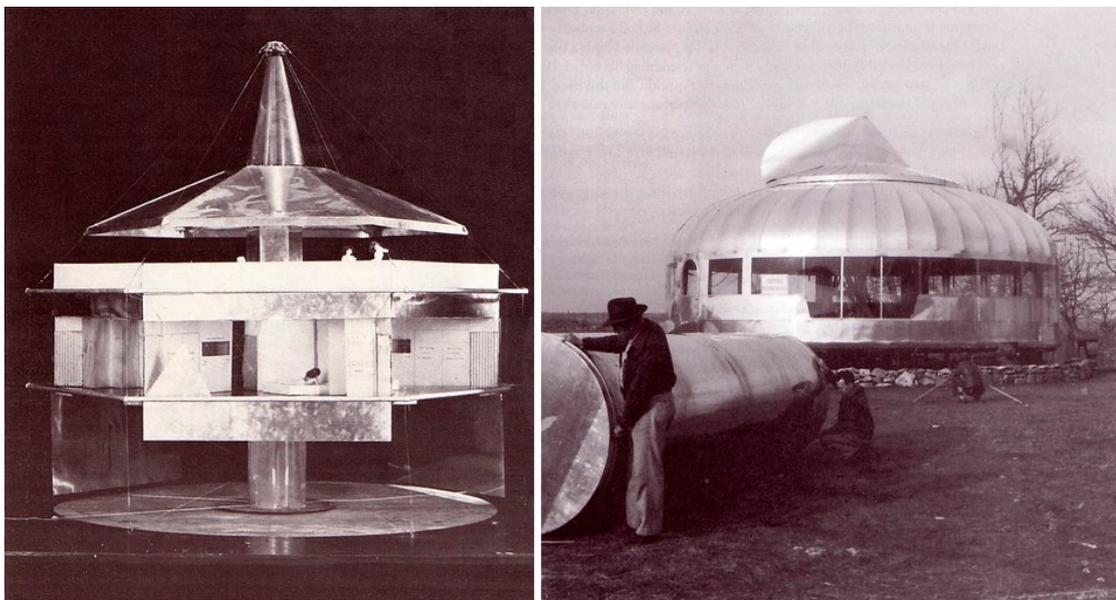


Figura 5. A sinistra: il modello di *4-D Dymaxion House*, 1927. A destra: *Wichita House*, 1946

Vanno ricordate anche le sperimentazioni dell'austriaco Richard Neutra che, sin da quando studiava sotto la guida di Adolph Loos, si interessò ai processi di prefabbricazione. Uno dei

sui pi  noti progetti in questo settore fu casa *Diaton*, che utilizzava lastre prefabbricate in farina fossile. L'impiego di questo materiale, studiato da Neutra sin dal 1925, fu poi largamente impiegato oltre che in Austria anche in Inghilterra e Cecoslovacchia. L'architetto austriaco comprese che il problema dell'economicit  di una costruzione   legato ai suoi tempi di esecuzione; per questo motivo pianific  un sistema di gestione dell'intero processo di progettazione e costruzione tale da ridurre gli imprevisti e le eventuali varianti rispetto al programma stabilito.

Negli anni Trenta Albert Frey progett  *Aluminaire House* una delle prime case costruite in America in acciaio e alluminio: il prototipo, costruito in dieci giorni, rappresentava un alloggio prefabbricato che, se prodotto in grossi quantitativi (10.000 unit ), sarebbe risultato abbastanza economico (\$ 3.200). L'architetto prese in prestito la filosofia della *General Homes Corporation*. Il *general homes modeled* era, infatti, un metodo di costruire case ispirato alla *General Motors* (l'azienda produttrice di automobili), la compagnia assemblava parti dell'edificio prodotte da altre aziende.

“*The house of moderate cost is not only American's major architectural problem but the problem most difficult for her major architects*”³³ affermava Frank Lloyd Wright che, in risposta all'esigenza di edifici a basso costo, svilupp  il progetto *Usonian house*, disegnando tra il 1930 ed il 1940 pi  di due dozzine di case per il ceto medio, utilizzando blocchi modulari da assemblare in un'ampia variet  di modi. Egli gi  nel 1923 aveva, per la casa di M. Millard, impiegato tali sistemi utilizzando lastre prefabbricate in cemento connesse tra loro da un reticolo di tondini di acciaio.

Dopo la seconda guerra mondiale, per favorire una rapida ricostruzione, il governo americano finanzi  molte aziende di case prefabbricate, all'incirca 75, che ne realizzarono oltre 200.000 unit . I prestiti federali furono elargiti anche alla succitata *General Panel Corporation* e alla *Luston Corporation*, azienda di case prefabbricate (*fig.6*) in pannelli d'acciaio, che nel 1948 ricevette 20.000 ordini, alla maggior parte dei quali non fu capace di far fronte per difficolt  di trasporto. Le consegne furono limitate a 2000 unit .

In quegli anni lo speculatore edilizio William Levitt us  strutture prefabbricate per realizzare intere comunit , ricostruendo i sobborghi americani con piccole case unifamiliari a basso costo.

³³ “La casa di costo moderato non solo   uno dei maggiori problemi legati all'architettura in America ma   anche il problema a cui   pi  difficile trovare soluzione da parte dei suoi architetti migliori”. F. L. Wright in Herbers J., *PrefabModern*, Harper Design International, 2004 p. 20.



Figura 6. Agosto 1949/Inverno 1950, Lustron Home Installation, Davenport, IA

Tra il '47 e il '48 costruì 150 case a settimana, fino a raggiungere i dodici milioni di abitazioni. La sua attività fu tanto intensa che uno degli insediamenti di sua costruzione fu denominato *Levittown* (nei pressi di New York).

Va ricordato, inoltre, che nel periodo postbellico John Entenza, editore della rivista *Arts and Architecture*, lanciò il *Case Study Houses program*: 36 case, che tra il 1945 ed il '62, sarebbero state disegnate da architetti del calibro di Richard Neutra, Pierre Koenig, Craig Ellwood, Charles e Ray Eames.

Le case progettate dagli Eames erano completamente costruite con parti prefabbricate, per lo più in acciaio; “*it was the idea of using materials in different way, materials that could be bought from catalog*”³⁴ sosteneva Ray Eames. Il lavoro dei due architetti americani si concentrò sullo sviluppo di pezzi per la produzione seriale che tenessero conto degli ideali democratici dell'epoca e delle possibilità offerte dall'innovazione industriale, producendo il meglio per il maggior numero di persone e al minor prezzo. La loro stessa residenza privata rientrò nel programma *Case Study*. Il progetto di *Eames House* (fig.7) fu oggetto di un'attenta ricerca al fine di integrare la costruzione nell'ambiente circostante, proponendola come segno armonioso di una presenza umana che non disturba l'equilibrio del luogo.

Meritano menzione anche le *Beach Houses* (fig.8) progettate negli anni '50 da Andrew Geller: piccole abitazioni per vacanza, di minimo impatto ambientale e dall'architettura avveniristica.

³⁴ “L'idea di usare materiali in una strada diversa, materiali che potessero essere comprati da cataloghi”. Herbers J., *PrefabModern*, Harper Design International, 2004, p. 27.

Scelte a catalogo, queste case temporanee in legno erano facili da montare e smontare in pochi giorni. Tra i numerosi modelli: la *A-Frame houses* o *Reese House*, le case-palafitte *Pearlroth House* e *Hunt House*, la *Lynn House*, la *Jossel House* e la *Eileen Hunt House*.



Figura 7. Eames House, progettata nel 1945: a sinistra viste esterne, a destra living room

Cos  come accadde per i capi d’abbigliamento col passaggio dalla sartoria all’industria tessile, il prodotto-casa cominciava a non essere pi  “confezionato su misura” per i fruitori, ma costruito attorno ad una tipologia di utenza.



Figura 8. Esempi di Beach House progettate da Andrew Geller

Seguendo la scia delle sperimentazioni americane, anche in Europa si scoprono le potenzialit  offerte dal tema delle abitazioni prefabbricate in serie. Tra gli anni trenta e sessanta le ricerche del francese Jean Prouv  segnano, in questa direzione, una svolta cruciale, approfondendo la distinzione tra struttura e tamponamento, promuovendo un nuovo rapporto tra l’edificio, lo spazio e il tempo e sperimentando nuove soluzioni legate alla intercambiabilit  e trasformabilit .

La sua filosofia si basava sul risparmio di tempo, materiale e forza lavoro, senza per questo trascurare nemmeno il pi  piccolo dettaglio. “E’ un dato di fatto – sosteneva – : gli oggetti altamente industrializzati, sia che viaggino, volino o stiano fermi, sono in uno stato di perpetuo

sviluppo che ne migliora costantemente la qualità e perfino i loro prezzi diventano più bassi. L'unica industria che non funziona è l'industria delle costruzioni".

Su richiesta del Governo francese, per il programma pilota di Meudon, nel 1949 progettò uno schema abitativo destinato alla produzione di massa, studiò quattordici varianti di case, denominate *maisons standard métropole* (fig.9), basate su uno scheletro metallico in grado di essere montato senza ponteggi e con caratteristiche estetiche molto curate.

Le piccole case, trasportabili e prefabbricate, erano un esempio di qualità, leggerezza, economicità, resistenza e innovazione nell'uso dei materiali (*le fer, l'acier... c'est mon truc*). Tra i suoi progetti: le *Maisons à portiques* (1939-1947), per le quali l'*Atelier Jean Prouvé* ottenne l'incarico dal Ministero per la ricostruzione e l'urbanistica di fabbricare 800 alloggi provvisori per i sinistrati di guerra, le *Maisons tropicales* (1949), le *Maisons coques* (1950 – 1952), una sequenza di coperture a guscio ricavate da elementi piegati a *shed* che poggiavano sulle facciate o sulle pareti interne. Le case a guscio furono, in seguito, realizzate in molteplici varianti.



Figura 9. Montaggio di una casa di tipo "standard"

Negli anni che seguirono l'immediato dopoguerra "il dibattito sull'industrializzazione edilizia è concentrato, come afferma Nardi³⁵, sulla discussione tra i fautori della cosiddetta prefab-

³⁵ Nardi G., *Le nuove radici antiche*, Franco Angeli, Milano, 1986, p. 54. Sempre Nardi a p.43 afferma: *l'industrializzazione delle costruzioni si è però sviluppata secondo due grandi linee: quella della cosiddetta prefabbricazione chiusa e quella della cosiddetta prefabbricazione aperta. La prima ha la caratteristica di predisporre anche l'assemblaggio dei prodotti, i quali in genere possono essere uniti in modo univoco. Ne risulta quindi un condizionamento totale della distribuzione e delle prestazioni degli spazi, arrivando a definire un modello d'uso degli elementi finiti. Si finisce così per invadere i campi di competenza propri del progettista (...) ne deriva una predominanza della ratio produttiva sulla ratio progettuale (...). Il secondo tipo di industrializzazio-*

bricazione chiusa e i sostenitori della progettazione per componenti; la prima si identifica con l'uso di uno schema predeterminato e attraverso correlazioni univoche. La seconda consiste nell'assunzione di elementi correlati secondo criteri non stabiliti a priori: si sottintende quindi una discreta libertà di assemblaggio”.

Sperimentazioni di unità edilizie progettate in base ai principi della prefabbricazione chiusa si svilupparono, in particolar modo, negli anni 60. Con la nascita della metropoli, infatti, si intensificò l'interesse per le grandi opere urbane a metà strada fra architettura ed urbanistica: macro strutture che rappresentano un nuovo modo di concepire la città. L'elemento base di queste opere non era il componente architettonico, ma l'unità abitativa, la cellula, che si ripeteva fino a perdere la sua individualità all'interno di un organismo più complesso.

Unità minime prefabbricate, essenziali e tecnologiche, completamente assemblate in fabbrica, predisposte al trasporto su ruote, per mare, o in elicottero, spostate con gru e fissate al resto della struttura, erano già pronte per essere abitate. Chiara espressione della prefabbricazione pesante la cellula può divenire parte di un sistema aperto, modificabile nel tempo, espandibile all'infinito. Pionieri di questo nuovo modo di fare architettura furono Le Corbusier che, seguendo l'analogia del *casier à bouteilles* progettò l'*Unité d'habitation* (Marsiglia, 1946), B. Fuller, K. Wachsmann.

Dai *Plug-in city* (fig.10) degli Archigram, che immaginavano città costruite dall'aggregazione di elementi capsulari, ai “mattoni abitati” di Paul Rudolph, dall'*Habitat di Montreal* (fig.11) di Moshe Safdie alle cellule ipersofistiche di Kisho Kurokawa³⁶ (fig.11), l'idea di un'architettura che si costruiva e si ricostruiva continuamente come un organismo vivente, formato da cellule spaziali ad obsolescenza programmata e prodotte in serie dall'industria, fu ad un passo dal trasformarsi da utopia a realtà.

Negli Stati Uniti, in quegli anni, si diffuse, inoltre, l'*Advanced Technology House*, concepita come unità abitativa autosufficiente (controllabile tramite computer) da realizzarsi con moduli adattabili a diverse configurazioni spaziali e a differenti contesti.

ne, invece, quello che può essere chiamato aperto, interviene limitandosi a fornire, in alternativa e in sostituzione alla produzione artigianale, i vari prodotti da assemblare, agendo quindi sulle sole tecniche produttive, e lasciando intatta la sfera di competenza del progettista culturale. Questa via è rimasta ferma quasi del tutto allo stadio di progettazione, mentre la prima, per raggiungere livelli di produzione realmente economici, ha finito per deludere i progettisti. Quest'ultimo motivo non è estraneo all'attuale insuccesso globale della prefabbricazione.

³⁶ L'architetto giapponese fu il progettista della Torre Nakagin, primo edificio realizzato per sovrapposizione di elementi capsulari, completato nel 1972.

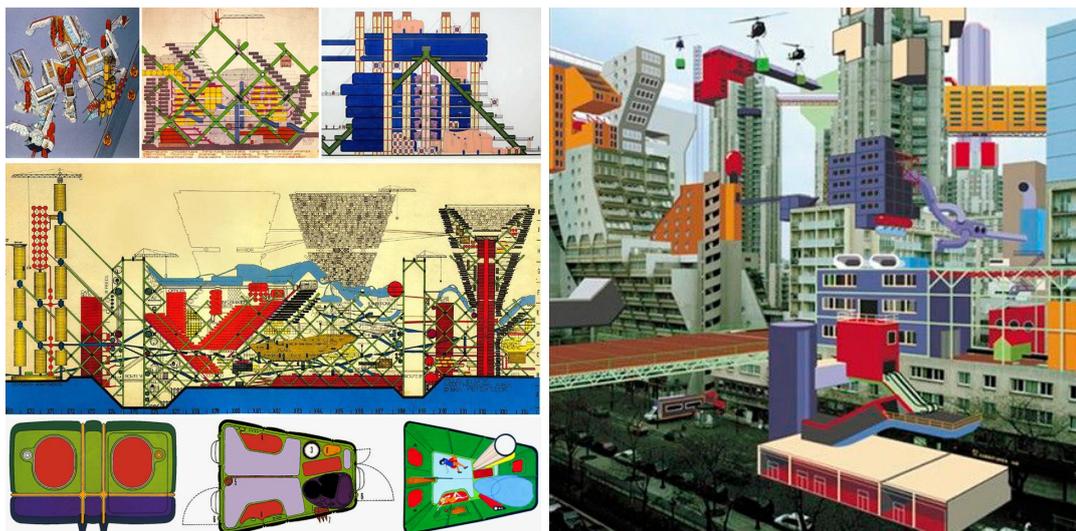


Figura 10. Plug-in city degli Archigram, 1964

Degli stessi anni furono anche le sperimentazioni che adottavano materie plastiche; considerando il costo elevato del metallo, la plastica sembrò il materiale ideale per la “casa del futuro”, tanto che fu utilizzata anche nei progetti di Fuller.



Figura 11. A sinistra: Habitat di Montreal di Moshe Safdie, 1967. A destra: Torre Nakagin di Kisho Kurokawa, 1972

L'interesse verso questo nuovo materiale era tale che nel 1957, una casa di plastica, progettata dalla Monsanto Corporation e costruita al MIT da Dietz, Heger e McGarry, fu esposta a Disneyland e visitata da oltre 20 milioni di visitatori e nel 1968 il finlandese Matti Suuronen progettò la cosiddetta *Futuro House*³⁷ (fig.12) a forma di ufo. Ben 72 prototipi di case in plastica furono realizzati fra il 1956 e il 1971.

³⁷ La casa, denominata *Futuro*, era in grado di accogliere 8 persone e concepita espressamente per passarvi le vacanze. "Centinaia di milioni di persone vi passeranno il loro tempo libero negli anni '80" predisse nel 1971 un



Figura 12. Sequenze di immagini della Futuro House progettata dall'architetto finlandese Matti Suuronen, 1968

L'utilizzo di sistemi prefabbricati, dagli anni Cinquanta in poi, non interesser  pi  il solo campo dell'abitazione ma anche quello della progettazione di opere pubbliche di grandi dimensioni³⁸ e di notevole impegno finanziario, e quello degli interventi destinati al settore dell'emergenza abitativa.

Tra le nuove sperimentazioni, nell'ambito della ricerca sui moduli abitativi, il futuristico programma *Zip Up* (fig.13) di Richard Rogers che tra gli anni '60 e '70 crea modelli funzionali,

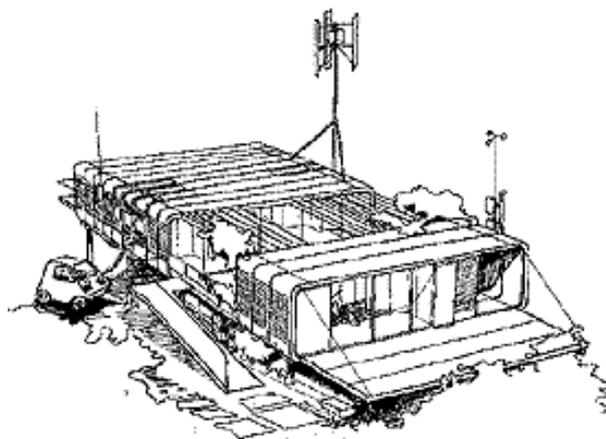


Figura 13. Zip Up House di Richard Rogers, 1968-71

certo professor Rudolph Doemach "e dopo i test preliminari sar  probabilmente possibile usare la plastica anche per i palazzi d'appartamenti". In una mostra ebbe 50.000 visitatori.

Si segnala, inoltre, il video http://www.youtube.com/watch?v=_8Ymlmcv5BQ (consultato il 16 maggio 2009) nel quale in brevi sequenze   riprodotta la storia di questo prototipo di cui, tra il 1968 ed il '78, per differenti usi, solo in Finlandia furono vendute 20 copie.

³⁸ Tali edifici possono classificarsi come opere *High-tech*. L'*high-tech*   uno stile architettonico sviluppatosi negli anni settanta. Prese il suo nome da *High-Tech: The Industrial Style and Source Book for The Home*, un libro pubblicato nel 1978 da Joan Kron e Suzanne Slesin. "Sia nel linguaggio espressivo che nelle tecniche costruttive, l'architettura *High-tech* rifiuta i legami con il passato e con la tradizione, mirando a fare della costruzione nel suo insieme l'esito delle pi  recenti scoperte della scienza e della tecnica. Manifestando un palese <ottimismo tecnologico>, questo modo di concepire l'architettura ha contribuito alla creazione di un vero e proprio stile, con tutti i limiti dell'accezione del termine" M. Losasso, 1991 (in *Architettura tecnologia e complessit *, pg.124).

gradevoli e facili da mantenere, dotati di grande flessibilità e di un funzionamento attento al risparmio energetico, con molteplici configurazioni alternative per creare abitazioni del tutto personalizzate.

Partendo da questi concetti, Richard Rogers sviluppò l'idea dell'"Abitazione Autonoma", funzionante come un piccolo ecosistema, in grado di riciclare acqua e rifiuti e di provvedere autonomamente a se stessa dal punto di vista energetico.

In conclusione, una citazione dal testo di Vittorio Chiaia, che già nel 1968 prefigura uno scenario culturale e produttivo di grande attualità: *"è 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. In avvenire, quindi, presenterà forse maggior interesse il grado di prefabbricazione di ogni casa piuttosto che il numero di case totalmente prefabbricate prodotte. Non di meno anche la produzione di case totalmente prefabbricate è destinata ad aumentare: probabilmente sarà monopolio di poche e forti ditte, ben organizzate in ogni singola fase di progettazione, produzione e smercio"*³⁹.

1.2 Strategie per la sostenibilità ambientale dell'edilizia residenziale: norme e regolamenti in Europa

L'obiettivo dello sviluppo sostenibile⁴⁰ sancito nel 1987 con il Rapporto Brundtland⁴¹ e ripreso più volte sulla scena internazionale (es. *"The Earth Summit"* Forum di Rio de Janeiro, Conferenza su *"Ecological Architecture"* dell'UIA⁴², 1992; *Earth Summit* di Johannesburg, 2002) viene accolto nel vecchio continente nella prima (Aalborg, 1994) e seconda (Lisbona, 1996) Conferenza Europea sulle città sostenibili e in diverse direttive della Comunità Europea in

³⁹ Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pg.11

⁴⁰ Per sviluppo sostenibile si intende *"far sì che esso soddisfi i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future di rispondere alle loro"*. *"Lo sviluppo sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali"* da *"Il futuro di tutti noi"*, rapporto della Commissione Brundtland su ambiente e sviluppo, è stato pubblicato nel 1987.

⁴¹ Il rapporto Brundtland (*Our Common Future*) è un documento stilato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED), in esso, per la prima volta, fu introdotto il concetto di sviluppo sostenibile. Tale documento prende il nome da Gro Harlem Brundtland che in quell'anno in quanto presidente del WCED commissionò il rapporto.

⁴² L'UIA (*International Union of Architects*) fondata a Losanna (Svizzera) il 28 giugno 1948, unisce architetti di tutto il mondo senza distinzione di nazionalità, razza, religione, dottrina architettonica e iscrizione alle proprie organizzazioni nazionali. Dalle 27 delegazioni presenti all'assemblea di fondazione, l'UIA ha raccolto organizzazioni professionali in 124 paesi, ed ora rappresenta, attraverso queste organizzazioni, più di 1.300.000 architetti. (da www.uia-architectes.org)

materia di rendimento energetico nell'edilizia, uso razionale dell'energia, produzione di materiali per la costruzione, riduzione degli inquinamenti.

E' ormai noto, infatti, che l'edilizia, a livello mondiale⁴³, incide per circa un terzo sul consumo totale di energia e per il 40% su quello della produzione di materiali⁴⁴. In Europa, dove il mercato della costruzione rappresenta il 10% del PIL e il 7% della manodopera, gli edifici assorbono la quota maggiore del consumo totale d'energia (42%) e producono il 35% circa delle emissioni di gas a effetto serra⁴⁵.

Alla luce di quanto detto, in adesione al Protocollo di Kyoto (entrato in vigore nel febbraio del 2005) e in virt  di una maggiore coscienza ambientale   stato avviato un processo per la emissione di norme, regolamenti e strumentazioni ad oggi in continuo sviluppo.

L'evoluzione della normativa ambientale e l'introduzione del concetto di eco-efficienza⁴⁶ nel settore produttivo hanno determinato l'introduzione, nel campo delle costruzioni, di un approccio *life cycle*, che permette il controllo e la gestione degli impatti ambientali in tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, sposando il concetto di "cradle to grave" (dalla culla alla culla) o meglio quello di "cradle to cradle" (dalla culla alla culla), che sottolinea la necessit  di progettare il riutilizzo o riciclo dello stesso prodotto o dei materiali di cui si compone.

Va sottolineato che sino ad ora, data la complessit  del processo edilizio, la possibilit  di estendere il Life Cycle Assessment⁴⁷ (analisi del ciclo di vita, LCA) all'intero manufatto architettonico   ancora in una fase di approfondimento e di ricerca, nonostante sia la strada auspicata anche dall'UE come affermato nell'*Action Plan for sustainable construction*, COM(2007) 860 (*This Action Plan describes the implementation of the Lead Market Initiative in the field of Sustainable construction: towards an integrated life-cycle oriented approach*) che sottolinea come l'utilizzo della LCA e l'analisi costi-benefici nella costruzione di opere pubbliche⁴⁸ pu  facilitare lo sviluppo di una pratica diffusa nella realizzazione di edifici sostenibili.

⁴³ Il volume d'affari mondiale dell'industria delle costruzioni ammonta a pi  di 3 milioni di miliardi di dollari americani e conta per circa il 10% del prodotto interno lordo mondiale.

⁴⁴ Lenssen N., Roodman D.M., *Costruire edifici migliori*, in Brown L. et al., *State of the World 1995*, Torino, 1995.

⁴⁵ Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Mercati guida: un'iniziativa per l'Europa, Commissione Europea, COM(2007) 860, Bruxelles, 21.12.2007, in http://ec.europa.eu/enterprise/leadmarket/doc/lmi_it.pdf

⁴⁶ L'eco-efficienza   la capacit  di offrire prodotti e servizi competitivi nel prezzo che soddisfino le necessit  dell'uomo e contribuiscano alla qualit  della vita e allo stesso tempo riducano progressivamente l'impatto ambientale e il consumo di risorse durante l'intero ciclo di vita, ad un livello almeno in linea con la *carrying capacity* (capacit  di carico degli ecosistemi) del pianeta. (WBCSD, 1993).

⁴⁷ Norma europea EN ISO 14040 "Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework" specifica il quadro generale, i principi e le prescrizioni per effettuare gli studi di valutazione del ciclo di vita.

⁴⁸ Come sottolinea lo stesso documento il "40% of the demand for construction works comes from the public sector".

Gli attuali strumenti di certificazione applicati dall'UE, come le norme ISO 14001 e il Regolamento Comunitario 1836/93, noto come EMAS (*Environmental Management and Auditing Scheme*), permettono la certificazione della qualit  ambientale di prodotti e servizi, o anche dell'operato di un'azienda o di un ente.

Con il Regolamento 7601/2001 del 19 marzo 2001 dell'Unione Europea, che ha sostituito quello precedente 1836/93, si sono ottenuti un'estensione dei soggetti, che volontariamente, possono essere certificati nonch  diverse semplificazioni amministrative e procedurali e incentivi finanziari.

Il nuovo sistema EMAS, nonostante non preveda la certificazione di interi edifici, pu  essere applicato anche al settore edilizio o dei lavori pubblici. Le complicazioni sono esplicite dal momento che una impresa edile che voglia dimostrare la sua "efficienza ambientale" pu  effettuare solo a particolari condizioni.⁴⁹

Come osserva Uwe Wienke nel *Dizionario dell'edilizia bioecologica* "per quanto riguarda il settore edilizio, il sistema EMAS si presta soprattutto per quelle aziende che producono case prefabbricate, in questo caso esse sono sia progettisti sia esecutori dei loro prodotti, ed inoltre producono in siti fissi",   quindi possibile un maggior controllo di tutte le fasi del processo edilizio.

La maggior parte dei sistemi di certificazione energetico ambientale finora proposti possiede un limite strutturale intrinseco: sono applicabili solo nella regione geografica in cui sono stati ideati. Differenze climatiche, economiche e culturali non ne permettono, infatti, l'utilizzo in realt  differenti.

Attualmente   in fase di sperimentazione e sviluppo, a livello internazionale, un nuovo sistema di certificazione energetico ambientale, che supera questo limite, non essendo legato ad una regione geografica di origine⁵⁰: il *Green Building Challenge*. Nato nel 1996, il sistema GBC   il risultato degli studi condotti da un *network* mondiale (Istituti ed Enti di ricerca pubblici e privati afferenti a 25 nazioni compresa l'Italia).

Tale strumento permette di valutare l'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di una costruzione di nuova edificazione o ristrutturata, sia essa una residenza, una scuola, un ufficio. La valutazione si basa sull'attribuzione di un punteggio rispetto alle *performance* dell'edificio.

⁴⁹Le condizioni suddette possono essere di due tipi:

- nel caso in cui la progettazione e l'esecuzione dei lavori siano disgiunte in due attori diversi (progettista – impresa), l'impresa pu  solo dimostrare l'ecocompatibilit  della sua gestione;
- nel caso in cui, invece, vi sia la sovrapposizione dei due soggetti, l'impresa, che svolger  sia la fase di progettazione che quella di costruzione, potr  certificare anche l'uso di strategie progettuali *green oriented*.

⁵⁰ Il GBC  , infatti, un metodo di valutazione che pu  essere adattato alle condizioni locali in cui viene applicato (clima, condizioni economiche e culturali, priorit  ambientali, ecc...) pur mantenendo la medesima terminologia e struttura di base.

In Italia, il metodo denominato “Protocollo Itaca”, sviluppato, nel 2003, da una *equipe* di ricercatori afferenti al gruppo Itaca, associazione federale delle Regioni e Province Autonome, risultato della collaborazione tra 15 regioni, ha adottato la struttura, il sistema di pesatura e di attribuzione del punteggio del *Green Building Challenge*, modificandoli per adattarli al nostro contesto nazionale.

Importante ricordare che con la 2002/91/CE il Parlamento e il Consiglio Europeo approvano una direttiva che invita gli Stati membri a certificare le *performance* energetiche degli edifici, in virt  di una politica ben pi  vasta che la Commissione Europea porta avanti per il risparmio energetico.

L’Italia recepisce le indicazioni della CEE con la legge 10 del 1991 (Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia) e con i d.lgs 192/2005 e 311/2006 che introducono, anche nel settore dell’edilizia italiana, la centralit  di politiche sul rendimento energetico quali strumenti di tutela dell’ambiente e di orientamento dello sviluppo secondo una direzione sostenibile. Va sottolineato che la mancata adozione di decreti attuativi determina delle carenze in materia di certificazione dello standard energetico degli edifici, carenze colmate in altre Nazioni europee, a partire dagli anni Novanta, attraverso dei veri e propri sistemi di certificazione ad adesione volontaria. Tra questi, citiamo:

- l’inglese BREEAM⁵¹,
- lo standard *Minergie*⁵² della Svizzera,

⁵¹Il sistema BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) sviluppato nel 1990,   primo strumento di tipo commerciale per la valutazione della qualit  ambientale degli edifici.

La versione pi  recente del sistema   applicabile agli edifici di tipo residenziale, commerciale (supermercati), industriale e ad uso ufficio sia di nuova realizzazione che esistenti.

L’Ecohomes   la versione del BREEAM per la casa di abitazione e pu  essere applicato a edifici residenziali nuovi o ristrutturati. Quest’ultimo   un metodo di valutazione flessibile che prevede una scala di punteggi (raffigurati da girasoli) che va da “*Pass*” a “*Excellent*”, pu  essere utilizzato per gli edifici residenziali e anche per un singolo appartamento e, a parit  di *performance* ambientali, premia quelle ottenute attraverso un minor dispendio economico. Ecohomes comprende le problematiche ecologiche relative ai cambiamenti climatici, all’uso di risorse, all’impatto sulla fauna e la flora e valuta inoltre la qualit  della vita negli ambienti indoor. La valutazione riguarda le seguenti categorie: energia, acqua, inquinamento, materiali, trasporti, ecologia e uso del terreno, salute e benessere.

⁵²Lo standard MINERGIE®   uno standard di costruzione facoltativo, che permette un impiego razionale dell’energia e l’ampia utilizzazione di energie rinnovabili migliorando allo stesso tempo la qualit  di vita, la competitivit  e riducendo l’inquinamento ambientale.

Occorre soddisfare i seguenti requisiti:

- Requisito primario riguardante l’involucro dell’edificio
- Rinnovo dell’aria mediante un’aerazione confortevole
- Valore limite MINERGIE® (parametro energetico pesato)
- Verifica del comfort termico estivo
- Requisiti supplementari, riguardanti, a seconda della categoria di edificio, illuminazione, impianti frigoriferi industriali e produzione di calore

- lo standard tedesco *Passivhaus*⁵³,
- l'HQE in Francia⁵⁴,
- l'Energy Rating danese (di applicazione obbligatoria dal 1997).

In Italia, nel 2002, la Provincia Autonoma di Bolzano ha cercato di colmare tale *gap* istituendo due marchi *CasaClima* e *CasaClimapiù* con i quali vengono certificati i consumi energetici degli edifici, orientando gli operatori verso una progettazione ecosostenibile delle nuove realizzazioni.

Regno Unito, il nuovo regolamento inglese: “Code for sustainable homes”

Nel Regno Unito, il settore dell'edilizia rappresenta un elemento significativo dell'economia con un prodotto annuo di oltre 100 miliardi di sterline, che rappresentano l'8% del prodotto interno lordo (PIL).

Con il suo significativo impegno sia nel settore pubblico (gli appalti pubblici sono stimati a più di un terzo di tutti i progetti edilizi) che in quello privato, l'edilizia non solo può essere riconosciuta un elemento vitale per garantire la salute dell'economia inglese, ma può considerarsi un fattore di grande influenza per lo sviluppo sostenibile dell'intera nazione. Al fine di attuare una politica ispirata alla sostenibilità ambientale il governo britannico, sin dal 1998, ha sostenuto, infatti, la necessità di un cambiamento in tale settore. Fu l'allora governo Blair a dare inizio al ridisegno delle politiche pubbliche nel settore delle costruzioni.

La dannosità delle emissioni di anidride carbonica prodotte dal tale settore determinò la necessaria presa di coscienza delle Amministrazioni inglesi che, nella figura di Ruth Kelly, Ministro britannico per le comunità e le amministrazioni locali, avviò un nuovo programma governativo al fine di realizzare abitazioni "a zero emissioni di carbonio".

A tal fine fu elaborato il “Code for sustainable homes” -Codice per le abitazioni sostenibili-, entrato in vigore il 13 dicembre 2006, introdotto come standard volontario nel 2007 e obbligatorio per gli edifici costruiti da maggio del 2008, che contiene la prescrizione tassativa secondo cui entro il 2016 tutte le case dovranno essere *low Energy*.

-
- Limitazione dei costi aggiuntivi fino a un massimo del 10%, rispetto agli edifici convenzionali confrontabili.

In MINERGIE® l'obiettivo è definito come valore limite del consumo energetico. (da: www.minergie.it)

⁵³Lo standard Passivhaus, applicato sia alle opere di nuova costruzione che a quelle soggette a ristrutturazione, nasce in Germania con l'obiettivo di promuovere l'efficienza energetica negli edifici. Tale standard stabilisce che l'edificio per essere definito passivo presenti i seguenti requisiti: fabbisogno richiesto per il riscaldamento ≤ 15 kWh/(m²anno) e fabbisogno primario di energia ≤ 120 kWh/(m²anni).

⁵⁴La *Haute Qualité Environnementale* (Alta Qualità Ambientale -HQE) è uno strumento di valutazione francese che controlla la progettazione ambientale dell'edificio, prendendo in considerazione tutte le fasi del ciclo di vita dello stesso, dalla costruzione sino alla sua demolizione. Nato nel 2001 e gestito dalla *Association pour la haute qualité environnementale* (ASSOHQE) lo standard francese controlla gli impatti del costruito sia sull'ambiente esterno che sul *comfort indoor*.

Condizione indispensabile per raggiungere un così ambizioso obiettivo è quella di realizzare edifici di alta qualità, da costruire e vendere a costi bassi. Infatti, in un'economia di mercato, l'unico modo per conseguire questo risultato può essere riconosciuto nell'adozione di processi produttivi più efficienti. Maturò così l'interesse che il Governo britannico mostrò verso la prefabbricazione che, abbinata ad alti standard di qualità (buone architetture; eccellenti prestazioni tecniche; sostenibilità ambientale: meno scarti, manutenzioni poco invasive, smontaggio semplificato e riciclaggio degli elementi a fine vita; tempi di produzione rapidi; costi certi) permette il conseguimento di risultati facili da raggiungere e monitorare.

Considerando le premesse, il *Code for sustainable homes* rappresenta, quindi, lo strumento per guidare l'industria nel progetto e nella costruzione di case sostenibili. Si configura, più in generale, come mezzo per indirizzare il miglioramento, l'innovazione e la realizzazione di *sustainable homes*.

Il Codice completa il sistema di *Energy Performance Certificates* presentato nel giugno 2007 con il nome di *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD). Gli EPBD richiedono che tutte le case nuove (e in corso di costruzione, da vendere o affittare) abbiano un *Energy Performance Certificate* che ha il fine di offrire informazioni sull'efficienza energetica e sulle emissioni di CO² (*energy efficiency/carbon performance*) dell'edificio.

Il codice misura la sostenibilità di una 'whole home' (casa completa) attraverso le seguenti nove categorie:

- *energy/CO2*
- *pollution*
- *water*
- *health and well-being*
- *materials*
- *management*
- *surface water run-off*
- *ecology*
- *waste*

Il *Code for sustainable homes* è stato sviluppato usando l'*EcoHomes System* del *Building Research Establishment (BRE)* che ha già contribuito a raggiungere dei traguardi nella riduzione dell'impatto ambientale, in particolare nella costruzione di edifici afferenti a programmi di edilizia sociale.

Il codice prevede un sistema di punteggio basato sull'attribuzione da un minimo di una stella (★) al massimo di sei stelle (★★★★★★) in base alla rispondenza minore o maggiore dell'edificio agli *standards* richiesti.

1.3 Il rapporto con il luogo

Anche se pu  apparire considerazione ovvia che la progettazione di residenze prefabbricate deve rispettare i principi dell'architettura ecosostenibile, va per  precisato che mentre alcuni di tali principi ben si coniugano con le caratteristiche della costruzione fuori opera, altri appaiono difficilmente integrabili. Tale constatazione nasce soprattutto dall'analisi delle cosiddette "case chiavi in mano" che, immesse sul mercato dalle aziende *leaders* nel settore, negli ultimi anni stanno subendo un consistente sviluppo. Il limite principale che si riscontra in queste realizzazioni   riconoscibile nella incapacit  di comunicare con il contesto.

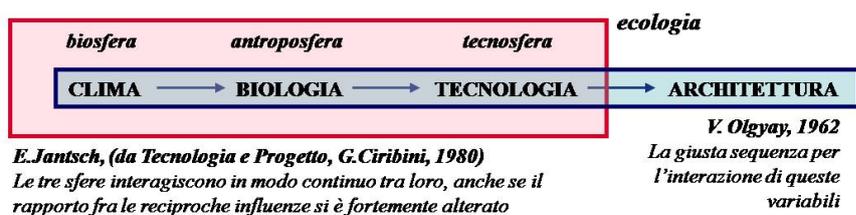
Uno dei fondamenti del costruire ecologico  , infatti, individuabile nella capacit  del progetto di adattarsi alle caratteristiche naturali del luogo nel quale si inserisce, ottimizzando il rapporto tra la costruzione e l'ambiente esterno. Quest'ultimo comprende fattori climatici, geografici, morfologici, materici, vegetazionali, elementi che influenzano la vita dell'uomo e la forma, l'orientamento, la disposizione delle aperture e degli spazi interni degli edifici. Come sostenuto da James Marston Fitch (1972) *"l'architettura ha lo scopo di agire a favore dell'uomo: di interporre tra l'uomo e l'ambiente naturale nel quale si trova, in modo da togliere dalle sue spalle gran parte del carico ambientale"*. Il "terzo ambiente" (l'edificio secondo la definizione di Fitch) ha per l'appunto il fine di *alleviare lo stress della vita*, migliorandone la qualit .

Tra i compiti dell'architetto, secondo Christian Norberg-Schulz, vi   il creare luoghi significativi per aiutare l'uomo ad abitare, attraverso la comprensione ed il rispetto del *genius loci* – lo spirito del sito⁵⁵. Accanto agli aspetti ambientali non vanno, infatti, sottovalutati gli aspetti culturali, simbolici, *la dimensione esistenziale* del luogo. Come ci ricorda Guido Nardi *"L'indifferenza metodologica al contesto ambientale si traduce spesso in una sorta di violenza non solo nei confronti dell'ambiente fisico, ma anche delle sue componenti sociali"*⁵⁶.

Il progetto, inoltre, non pu  esulare dalla salvaguardia dell'ambiente e dalla comprensione delle realt  ecologiche del sito in cui si inserisce, dal momento che, l'esistenza di una profonda interdipendenza tra i diversi elementi che compongono il sistema ambientale determina l'impossibilit  di manipolare un fattore senza mettere in moto una complessa reazione a catena. L'ecosistema (*fig.14*) vive o sopravvive in equilibrio se le tre sfere individuate da E. Jantsch (antroposfera, bio-fisiosfera, tecnosfera) interagiscono in modo continuo senza sproporzioni o iniquit , cosa purtroppo gi  pi  volte, verificatasi.

⁵⁵ Norberg-Schulz C., *Genius Loci*, Electa, Milano, 1979, pg. 18

⁵⁶ Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Franco Angeli, Milano, 1979, pg.65.



*E. Jantsch, (da Tecnologia e Progetto, G. Ciribini, 1980)
Le tre sfere interagiscono in modo continuo tra loro, anche se il rapporto fra le reciproche influenze si   fortemente alterato*

*V. Olgyay, 1962
La giusta sequenza per l'interazione di queste variabili*

Figura 14. Schema Ecosfera

Nel 1869 il biologo tedesco Ernest Hackel coni  il termine “ecologia”, dal greco *oikos* che significa casa, luogo in cui si vive. La casa, l’abitazione, veniva gi  allora posta come punto di partenza e cardine di una costruzione armonica che poneva l’uomo al centro del processo di sviluppo tecnologico, sociale e civile. L’architettura e tutto il settore della produzione edilizia, a partire dagli anni ‘70 del secolo scorso, sono stati analizzati con spirito critico valutando i meccanismi di funzionamento e crescita della societ , al fine di proporre nuove teorie progettuali eco-sostenibili e bio-compatibili.

Emerge, quindi, l’esigenza di contestualizzare l’architettura prefabbricata per recuperare la coscienza bioclimatica nell’attivit  insediativa.

Alla base di una progettazione ecologicamente orientata sono stati indicati obiettivi⁵⁷ molto articolati, che difficilmente possono essere raggiunti nella loro globalit ; sar  il progettista che, in base al contesto nel quale andr  ad operare, e supportato dal contributo di diversi specialisti, tender , di volta in volta, a raggiungere un possibile equilibrio armonico di integrazione ambientale.

Infatti Winy Maas dello studio Mvrvd in una recente intervista⁵⁸ sottolinea “l’architettura non nasce da un’idea estetica o dalla volont  di creare qualcosa di bello. Nasce dai dati che descrivono il luogo (densit , temperatura, esposizione al sole, rumore, umidit , leggi di urbani-

⁵⁷ Gli obiettivi, di cui sopra, possono essere meglio specificati nel seguente modo: salvaguardare l’ecosistema valutando seriamente i fabbisogni e usando razionalmente il territorio, da cui la scelta di un’adeguata localizzazione dell’edificio nel luogo in cui produce il minor impatto; ottimizzare il rapporto tra l’edificio ed il contesto nel quale viene inserito; orientare l’edificio in rapporto al miglior sfruttamento delle condizioni climatiche; raggiungere l’efficienza energetica; utilizzare tecnologie solari attive e passive, riducendo i consumi di energia non rinnovabile; impiegare le risorse naturali (acqua, vegetazione, clima); massimizzare il risparmio, recupero e riutilizzo dell’acqua; utilizzare prevalente materiali locali disponibili in grandi quantit , di tipo grezzo o che abbiano subito ridotti processi di lavorazione. Nella scelta di essi bisogna tener conto del loro costo energetico e del loro ciclo di vita (dei problemi di estrazione, della nocivit  per i lavoratori, dell’inquinamento della produzione, delle difficolt  di trasporto, della recuperabilit  e riciclabilit  in seguito alla demolizione). I materiali devono essere igroscopici, traspiranti, esenti da emissioni tossiche, nocive o radiattive; utilizzare materiali e tecniche ecocompatibili.

Ed inoltre, non causare emissioni dannose (fumi, gas, acque di scarico, rifiuti); gestire ecologicamente i rifiuti da cantiere; prevedere la flessibilit  dell’edificio ai fini di possibili rimozioni, sostituzioni o integrazioni future degli impianti, di ampliamenti o facili cambi di destinazione d’uso.

⁵⁸ Intervista del 16 giugno 2007 in L. Sartori, *Winy Maas e l’ippopotamo a pois*, in D Repubblica delle Donne, n. 553/ 2007.

stica locali, movimenti, migrazioni...). Ogni città è un mix di variabili che creano quel particolare ambiente: sono *datascares*, paesaggi formati da dati”

Va detto che il problema energetico pone l'architetto innanzi ad un attento lavoro di analisi dei caratteri dell'ambiente naturale e ad un conseguente lavoro progettuale specificamente riferito al contesto e all'utilizzo positivo dei suoi vincoli e delle sue peculiarità. Il prodotto progettuale risulta quindi irripetibile perché elaborato in relazione alle situazioni specifiche del luogo.

1.4 Sistemi prefabbricati per il costruire ecologico

I procedimenti costruttivi *off-site* denominati per componenti⁵⁹ o per sistemi⁶⁰ (*components approach*) sono ovviamente da preferire ai *metodi di prefabbricazione chiusa* che non sono capaci di rendersi interpreti dei bisogni e delle esigenze che derivano all'architettura dalle istanze della dinamica territoriale.⁶¹

Nel nostro caso sembra più opportuno riferirsi al cosiddetto “sistema aperto”, che è per definizione *un insieme di parti variabili connesse mediante una struttura di relazioni <costanti>*⁶². Gli elementi componenti il sistema possono, quindi, variare, garantendone l'equilibrio, pur tuttavia sempre caratterizzarlo dal momento che ciò che lo condiziona o lo vincola è la struttura di relazioni che regola la variabilità d'impiego e di assemblaggio dei componenti nel prodotto finale (l'edificio) dando, nel tempo, la possibilità di sostituire parti dell'organismo

⁵⁹ I componenti si possono definire quali “*prodotti finiti intermedi, ... coordinati dimensionalmente e tali da essere tra loro intercambiabili e permutabili in modo da fornire ampie possibilità di assemblaggio*” (Pettrignani A., introduzione al *Seminario di studi sulla problematica e sulle prospettive dell'industrializzazione edilizia per componenti*, cit. alla nota 3 del cap. 2). Secondo la definizione di G. Ciribini: “*Il componente edilizio è 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*” (da *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, pg.22).

⁶⁰ Per il sistema si deve intendere “*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*” (Susani G., *Scienza e progetto*, Marsilio, Padova, 1968, pg. 312). Secondo Nardi: “*paragonare un componente edilizio ad un sistema significa considerare il componente in sé, così come si definisce per i requisiti specifici cui assolve. In tal caso esso può venire inteso come un sistema costituito da più elementi fra loro relazionati in un modo determinato. Ora, un componente, oltre a costituire un sistema, è un elemento esso stesso di un sistema più ampio. Ciò significa che il componente-sistema dovrà presentare stabilità al proprio interno, per poter presentarsi anche quale elemento di un sistema più ampio*”. (Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Franco Angeli, Milano, 1979, pg. 78).

⁶¹ Da Spadolini P., *Civiltà industriale e nuove relazioni*, Libreria Editrice Fiorentina, Firenze, 1969, pg.76.

⁶² Andreucci A, Del Nord R., Felli P., *Esperienze europee di sistemi aperti*, in Zambelli E., (a cura di), *Il sistema edilizio aperto*, Franco Angeli, Milano, 1982, pg.71.

costruttivo anche con elementi diversi da quelli di origine, purché dotati delle stesse potenzialità aggregative.

Il valore che assume la struttura delle relazioni ed il valore di “condizionamento” attribuito alla stessa è percepibile a due differenti livelli:

- *quello in virtù del quale il componente fa parte del sistema aperto (caratteristiche prestazioni specifiche);*
- *quello in virtù del quale esso risulta compatibile, integrabile e quindi “relazionabile” con gli altri elementi del sistema aperto*⁶³.

I procedimenti costruttivi, riferiti a sistemi prefabbricati aperti sono compatibili con i principi della progettazione ecosostenibile precedentemente indicati e permettono di esercitare un maggior controllo su tutto il processo edilizio e sulle prestazioni (*performances*) dell'edificio, garantendo la qualità finale della costruzione. L'utilizzo di sistemi *off-site* favorisce una maggiore flessibilità rispetto alle esigenze dell'utenza che, con il passare degli anni e il cambiamento delle proprie abitudini, può, con maggiore facilità rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali, pianificare la modifica o l'ampliamento di parti o dell'intera abitazione, programmandone, inoltre, la durata e le operazioni di manutenzione.

La prefabbricazione, infatti, favorisce il controllo delle prestazioni dell'organismo edilizio, permettendo di tener conto, a monte, del processo delle variabili funzionali, statiche, formali, impiantistiche, materiche. Ogni elemento può essere considerato in tutte le sue fasi: produzione, trasporto, assemblaggio (*fig. 15*), uso, dismissione.

Da non sottovalutare la possibilità di controllare i costi; come già *“Neutra aveva compreso, il problema dell'economicità di una costruzione dipende, in gran parte, dal tempo di esecuzione e quindi dalla possibilità di eliminare quei tempi morti che provocano un innalzamento dei costi relativi agli investimenti di capitale. L'introduzione di tecniche esecutive a secco consente di ridurre i tempi ma soprattutto di prevedere senza errori i tempi di esecuzione consentendo una programmazione puntuale”*⁶⁴. Le aziende del settore, che sempre più spesso offrono case progettate “su misura” alle esigenze della committenza, infatti, propongono, vendono,

⁶³ *Ibidem* nota precedente

⁶⁴ Da Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire*, Franco Angeli, Milano, 1988, pg.100.



Figura 15. Fasi di trasporto e montaggio di una casa prefabbricata

trasportano e montano le loro *prefab home* anche oltre i confini nazionali, garantendo costi ridotti, bloccati al momento del contratto, senza margini di errore o variazioni in corso d'opera, tipiche dei sistemi di costruzione tradizionali, a cui oltre all'aggravio economico corrisponde, nella maggior parte dei casi, la dilatazione dei tempi di costruzione.

Altri dei numerosi vantaggi attribuibili a questo procedimento costruttivo sono: la sicurezza dei tempi di esecuzione, estremamente contenuti, variabili da qualche settimana a pochi mesi, con la conseguente riduzione dei consumi energetici e dell'inquinamento derivante dal trasporto del materiale (*riguardo al tempo risulta evidente che l'esecuzione in officina degli elementi di una costruzione, consente di ridurre in misura rilevante - del 75% circa - le operazioni di cantiere, sicché la fase di montaggio impegna un periodo assai breve in rapporto a quello delle costruzioni di tipo artigianale*⁶⁵); l'utilizzo di tecniche costruttive a secco, che permettono di operare in cantiere anche in periodi di clima sfavorevole, facilmente e velocemente; l'uso di materiali naturali ed ecocompatibili; la possibilità di avere minori scarti e sprechi di materiale; l'alta flessibilità di un sistema per componenti; l'elevato controllo dei processi produttivi in fabbrica con la conseguente riduzione degli errori di produzione e montaggio; la smontabilità con la conseguente possibilità di riciclare o riutilizzare i materiali impiegati; la versatilità costruttiva e una serie di vantaggi a livello impiantistico, infatti, non solo la prefabbricazione facilita la predisposizione ed installazione degli impianti elettrici, idrici e di climatizzazione ma rende possibile, attraverso una buona progettazione, il raggiungimento di ottimi livelli di risparmio energetico. Altro aspetto positivo, da non sottovalutare, la riduzione di manodopera a cui si aggiunge che, per molte costruzioni, gli operai specializzati possono essere sostituiti da operai comuni.

⁶⁵ Da Signorile Bianchi G., *Note sugli aspetti economici della produzione edilizia*, in Ciribini G. et al., *Industrializzazione dell'edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965, pg. 91.

La complessità dei problemi connessi alla localizzazione dell'intervento determina l'esigenza di valutare un grado di contestualizzazione di componenti o/e sistemi rispetto al territorio, in quanto "è evidente a tutti che una costruzione che ben si adatta ad un clima temperato freddo si adatterà, in generale, poco bene, ad esempio, ad un clima caldo umido. Ed è forse meno evidente che un muro di una determinata natura può essere soddisfacente sulla costa mediterranea e cattivo in Bretagna"⁶⁶.

Numerose sono le aziende di case prefabbricate, molte delle quali hanno sede principale in Germania, Austria o Svizzera che, da breve tempo, hanno deciso di aprire loro filiali anche in Italia, fra queste, riportiamo in nota⁶⁷ alcune che propongono sistemi e processi particolarmente innovativi e rivolti al tema della sostenibilità.

Dall'analisi effettuata il legno appare il materiale più impiegato dalle aziende produttrici di costruzioni 'pret-à-habiter'⁶⁸. La scelta è determinata dalla disponibilità di tale risorsa, tipica delle Regioni geografiche del centro e nord Europa, e dalle sue caratteristiche. Alcuni aspetti positivi sono determinati: dal forte potere isolante - una parete in legno di 10 cm isola quanto un muro di calcestruzzo di 80 cm - con l'ulteriore beneficio di un maggiore volume abitabile; dalla possibilità di ridurre i consumi energetici del 40-50%, rispetto alle strutture tradizionali; dall'ecocompatibilità dell'intero processo, garantito dall'utilizzo di legnami certificati ottenuti con la gestione sostenibile delle foreste; dall'ottima resistenza nei confronti delle azioni sismiche; dal buon isolamento acustico; non ultimo, dai costi molto competitivi: realizzare una

⁶⁶ Da Blachère G., *La qualità delle costruzioni ed il suo controllo* in Ciribini G. et al., *Industrializzazione dell'edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965, pg. 258.

⁶⁷ Tra le aziende che propongono sistemi e processi particolarmente innovativi sul tema della casa prefabbricata:

- la Holzer⁶⁷ che ha brevettato il sistema modulare Steko, mattoni prefabbricati in legno che vengono assemblati per realizzare qualsiasi progetto: pesano solo 5 kg l'uno. I moduli⁶⁷ vengono assemblati senza l'uso di malte e collanti, facilmente e velocemente;
- la Griffner Haus⁶⁷ che costruisce case in conformità con gli standard della certificazione svizzera Minienergie (che fissa il limite di consumo energetico annuo a 42 kWh/mq). L'azienda ha sviluppato, per migliorare la coibentazione termica degli edifici, la parete Energy-Plus che, concepita come parete esterna, presenta un coefficiente energetico (valore U) di circa 0,16 W/mqK, grazie ad una coibentazione in cellulosa di 20cm;
- la Ecocase⁶⁷ che produce in Italia abitazioni in legno capaci di arrivare a consumi pari a 5 litri di gasolio al mq all'anno (o 5 mc di gas metano), va ricordato che la media italiana è di 15 litri;
- la Xilema⁶⁷ che utilizzando il sistema della costruzione intelaiata in legno realizza in due o tre mesi case certificate Minienergie;
- la Le Ville Plus⁶⁷ che propone per le sue realizzazioni il brevetto esclusivo Zero Energy: un sistema che permette ad una abitazione di essere completamente autosufficiente, riducendo gli sprechi e producendo energia in proprio. Il sistema è stato creato e certificato dalla stessa azienda. Esso rappresenta un elemento del percorso di ricerca e innovazione tecnologica che il Comitato scientifico istituito da Le Ville Plus per Ricerca e Sviluppo, diretto dal prof. Antonio Frattari dell'Università di Trento, si propone di seguire;
- la Bonelli Spa⁶⁷ che produce case in legno e Pls, un materiale ecologico brevettato dall'azienda e ottenuto da un processo di mineralizzazione del legno, resistente all'acqua e al gelo, isolante e facile da lavorare;
- la Schworer Haus⁶⁷, azienda tedesca, che realizza case prefabbricate da 3 litri e case passive⁶⁷, che necessitano nel primo caso di massimo 30 kWh e nel secondo di massimo 15kWh di energia per il riscaldamento annuo al metro quadrato.

⁶⁸ Definizione utilizzata dall'arch. Emanuele De Dominicis nell'articolo Costruzioni 'pret-à-habiter', nella rivista Ottagono n.202, luglio-agosto 2007.

casa in legno costa attualmente, in Italia, fino al 20-30% in meno di un'abitazione in cemento armato o muratura con identiche finiture.

RICERCHE E SPERIMENTAZIONI SULLA PREFAB HOME

The interest here is not in issues fundamental concepts and of style, however, but in fundamental concepts and imperatives in modern thought and theory. Standardization, systemization, rationalization, material honesty, realism, and technical innovation in support of social progress are all center concepts of the modern period, and they are vital to the development of contemporary production processes and distribution networks as much as to particular architectural developments in space and form.

Mark Anderson, Peter Anderson

2.1 **Modern prefab: ricerca e sperimentazione progettuale dagli anni Ottanta ai nostri giorni**

Sul finire degli anni '70 la crisi energetica indusse i Paesi industrializzati a ridimensionare le ricerche sul tema della *prefab home*; abbandonate le ipotesi più utopistiche, le sperimentazioni, promosse dagli studi di progettazione e dagli istituti universitari, furono indirizzate soprattutto nel campo delle abitazioni temporanee per l'emergenza. In questo ambito, vanno ricordati i progetti per: la casa pieghevole in plastica di K.A. Rohe, la casa mobile di M. Schiedhelm, le unità abitative di Alberto Roselli e Marco Zanuso, il *tilted box* di Kisho Kurokawa. Meritano menzione anche alcune delle ricerche condotte in Italia, tra gli anni Settanta - Ottanta da docenti dell'area della Tecnologia dell'Architettura:

- il CA.PRO Provvisorie, rimasto nell'ambito della sperimentazione progettuale, promosso nel 1978 dal gruppo Donato, Guazzo, Platania, Vittoria, su commissione della Tecnocasa;
- il SAPI (Sistema Abitativo di Primo Impiego) nato nel 1982 da un'idea di Pier Luigi Spadolini, il cui prototipo fu realizzato con i finanziamenti della IRI-Italstat.

Le sperimentazioni di quegli anni si allontanano dai modelli dalla prefabbricazione di tipo chiuso, *che lega univocamente metodi costruttivi e risultati architettonici a determinati sistemi, e per questo è normalmente considerata come sinonimo di piattezza e uniformità*⁶⁹, operando secondo i concetti della prefabbricazione per sistemi aperti, che favorisce la progettazione, garantisce flessibilità d'uso e la possibilità di fruire con libertà dello spazio abitativo.

La progettazione per componenti nasce e si sviluppa in Gran Bretagna, pur ottenendo larga diffusione anche negli Stati Uniti e in Canada; svincolata da modelli predeterminati, questo

⁶⁹ Benedetti C., *Industrializzazione edilizia e progettazione per componenti*, in Bacigalupi V., Benedetti C., Impegni G., *Edilizia e Progetti per Componenti*, Officina Edizioni, Roma, 1978, pg. 53

tipo di prefabbricazione si basa su sottosistemi, *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 (che possono interessare sia elementi lineari come travi pilastri, sia elementi bidimensionali come pannelli portanti e di tamponamento, sia tridimensionali) in funzione di determinate tipologie edilizie che presentino esigenze omogenee di carattere costruttivo, distributivo, architettonico.*⁷⁰

La componibilità, secondo Pier Luigi Sapadolini (1961), non doveva tuttavia essere considerata come un risultato finale, ma come un procedimento utilizzato a monte del progetto al fine di fissare il *fenomeno compositivo*. Sapadolini sosteneva (1969), inoltre, che l'industrializzazione per componenti pone le sue basi su tre parametri, con carattere di *convenzione inalterabile: il reticolo modulare entro cui devono ricadere le dimensioni dei componenti, il coordinamento dei sistemi di giunzione, la determinazione delle tolleranze*. Ciò al fine di raggiungere un alto grado di intercambiabilità fra gli *standards* nazionali e gli *standards* dei produttori dividendo, inoltre, la fase progettuale tradizionale in tre parti: analisi (azione meta progettuale), ideazione dei componenti, assemblaggio delle parti, rispettivamente affidate allo Stato, all'industria, all'architetto.

Si può affermare che una delle caratteristiche proprie di un intervento industrializzato è la continuità che lega i vari momenti del processo, dall'ideazione alla realizzazione, attraverso una serie di operazioni integrate e interagenti che seguono gli schemi di quella che è definita *progettazione integrale*⁷¹. Appare chiaro che *il momento della progettazione tende ad assumere un peso ed una complessità sempre maggiori, rispetto al ruolo che tradizionalmente gli era stato assegnato. Da un lato infatti la non economicità di intervenire con modifiche una volta che il processo produttivo sia iniziato e dall'altro la necessità che parti di diversa provenien-*

⁷⁰ *Ibidem* nota precedente, pg. 54

⁷¹ Per progettazione integrale può intendersi "l'abito o modo procedurale centrale che lega la produzione degli elementi ed il loro inserirsi combinatorio o permutatorio nei possibili discorsi architettonici in un "continuum" ideativo e di azione esecutiva". G.Ciribini, *Il processo dell'industrializzazione edilizia: problemi e sviluppo in Dieci studi preliminari all'industrializzazione edilizia*, a cura dell'Aire, Milano, 1965, pp. 27-41

za produttiva convergano in un insieme secondo giunzioni perfette, spostano a monte del momento cantieristico la soluzione di tutti i problemi che comportino scelte decisionali⁷².

La ricerca di maggiore flessibilità, l'esigenza di scegliere e personalizzare la propria casa, al di là di soluzioni preordinate, sono alcuni dei motori che spingono verso il sistema aperto.

Come affermava Guido Nardi (1976), la complessità dei problemi connessi con la localizzazione dell'intervento determina lo studio del grado di indifferenza del componente o del sistema rispetto al territorio, attraverso la individuazione dei vincoli imposti alle parti dell'organismo edilizio dai differenti contesti. Egli stesso sottolineava come l'indifferenza metodologica al contesto ambientale può considerarsi non solo come una violenza esercitata sull'ambiente fisico ma anche sulle sue componenti sociali; va ricordato, infatti che *“il costruire si propone come attività industriale che, oltre a convivere con i problemi di ordine economico e politico, deve essere sorretta da una legittimazione culturale”*⁷³.

I sistemi prefabbricati, dagli anni Settanta - Ottanta, sono comunemente usati nei progetti di noti studi di architettura. Lo stesso architetto genovese Renzo Piano si è misurato più volte con procedimenti costruttivi a secco; insieme all'inglese Richard Rogers ha concepito nel progetto del Centre Pompidou di Parigi, realizzato nel 1977, *“a building as a machine, o meglio, a building as a construction kit.”*⁷⁴

Va ricordata, inoltre, la casa progettata e realizzata nel 1986, ad Almere (Olanda), dagli architetti Benthem e Crouwel. In questo edificio viene sperimentato l'utilizzo del vetro strutturale, le pareti esterne, infatti, sono vetrate per i tre quarti e fungono anche da struttura portante, sostenendo la copertura dell'abitazione, irrigidita da un sistema di tiranti e puntoni d'acciaio.

In particolar modo il tema della casa prefabbricata, negli ultimi anni, grazie al lavoro sperimentale di architetti e designer impegnati nella ricerca di soluzioni raffinate ed innovative, torna al centro dell'interesse sia del mondo della progettazione che del mondo della produzione. Essa rappresenta un vero e proprio fenomeno industriale tanto che negli Stati Uniti, in Giappone e in Nord Europa sta occupando le prime pagine delle maggiori riviste di architettura e design.

Oltre all'introduzione di nuove tecnologie, anche l'impegno sociale per un'architettura più sostenibile ha avuto un ruolo a favore della costruzione industrializzata, a tal punto che il pre-

⁷² Grisotti M., *Industrializzazione edilizia per componenti: concetti generali, origine del problema, situazione attuale, prospettive* in *Bollettino 5*, Centro di documentazione sull'industrializzazione edilizia, cit. alla nota 2, pp.13-14

⁷³ Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire*, Angeli, Milano, 1988, pg. 17

⁷⁴ Buchanan P., *Renzo Piano Building Work-shop*, Volume 1, Struttgart 1994, pg. 52

stigioso MoMa di New York ha dedicato alla *prefab home*⁷⁵ una esposizione (20 luglio - 20 ottobre 2008) dal titolo “*Home Delivery: fabricating the modern dwelling*⁷⁶”. Durante la mostra sono stati presentati 5 prototipi scala 1:1 di cui i visitatori potevano conoscere le caratteristiche e il funzionamento: la *Micro Compact Home*⁷⁷ dello studio inglese Horden Cherry Lee e dei tedeschi Haack+Höpfner, il cui disegno, in linea con la *machine à habiter* di Le Corbusier, segue i principi dell’industria aeronautica e automobilistica; il *System3*⁷⁸ (fig.16) degli architetti austriaci Oskar Leo Kauffmann e Albert Rűf, terzo esempio di un modello nato nel 1997, prototipo di abitazione flessibile, trasportabile, espandibile e duratura; la *Cellophane home* (fig.17) di Stephen Kieran e James Timberlake, una struttura in profili di alluminio con pannelli di facciata in polipropileno, pensata per crescere o decrescere negli anni; la *Digitally Fabricated Housing*⁷⁹, progetto nato da un gruppo di studenti della Facoltà di Architettura del MIT guidati dal professor Lawrence Saas; il *Burst*008* degli architetti australiani Edmiston e Gauthier, completamente in legno.



Figura 16. Prototipo System3

⁷⁵ Una panoramica dell’attività che si sta svolgendo nel settore della moderna prefabbricazione è possibile sul sito inglese www.fabprefab.com, esso, costantemente aggiornato, fornisce informazioni sia sui progetti realizzati che su quelli ancora “in via di sviluppo”.

⁷⁶ Si veda anche www.momahomedelivery.org

⁷⁷ Il cubo abitabile, studiato con precisione millimetrica, è il risultato di una ricerca condotta dall’Università Tecnica di Monaco.

⁷⁸ Gli architetti hanno concepito due moduli che chiamano rispettivamente *serving space* (spazio di servizio) e *naked space* (spazio nudo), il primo comprende vano scala, cucina, bagno, impianto elettrico e di climatizzazione, il secondo si costituisce unicamente dal pavimento, dalle pareti, dalle finestre e dal tetto.

⁷⁹ Il prototipo si compone di più di 3.000 pezzi che compongono un *kit* pensato per a ricostruzione dei quartieri di New Orleans devastati dall’uragano Katrina.

Tra le mostre promosse sul tema, va ricordata anche, la “Casa per tutti” che si è svolta, da maggio a settembre 2008, presso la Triennale di Milano, con la presentazione di cinque prototipi d'autore: la Casa Umbrella di Kengo kuma, i Villaggi Veloci di Cino Zucchi, la Deep Purple di Massimiliano e Doriana Fuksas, la Casa dei vestiti di MVRDV, l'Elemental di Alejandro Aravena.



Figura 17. Cellophan house

2.1.1 USA: la prefab home tra tradizione e innovazione

All'interno dello scenario mondiale diversi sono i progetti che meritano attenzione. Come sostiene Colin Davis nel suo libro *The Prefabricated Home*: “This is a book about the prefabricated house, but more importantly it is a book about modern architecture” è questo lo spirito con cui molti architetti d'oltreoceano dedicano il loro lavoro alla sperimentazione di nuove forme e nuovi sistemi *prefab*.

Comfort, design, alta qualità, economicità, sostenibilità sono i *topics* delle realizzazioni degli architetti americani Mark Anderson e Peter Anderson, che da oltre vent'anni operano nel settore della *off-site construction*.

Gli stessi architetti affermano: “buildings are built in specific places by and for specific people for specific reasons”; in contraddizione con quanto comunemente si pensa della prefabbricazione, considerata sinonimo di standardizzazione e omologazione, essi progettano e costruiscono edifici dalle diverse caratteristiche tecnologiche e morfologiche, utilizzando le

differenti tecniche *off-site*: dal *CNC⁸⁰ Timber Framing* al *Concrete Systems*, dallo *Stell Framing* all'utilizzo di *Sandwich Panels*, dal *Panelized Systems* al *Modular Systems*.

Tra i progetti dello studio *Anderson Anderson Architecture⁸¹*: la *Fox Island House* (fig.18), esempio di costruzione realizzata con la tecnica del *Panelized Systems*, eretta nel 1992 nei pressi di Seattle con un costo di 120,000\$. L'edificio, su tre livelli, interamente in legno, fu costruito con pannelli dalle dimensioni *standard* di *2-by-4-foot* e *2-by-6-foot*.

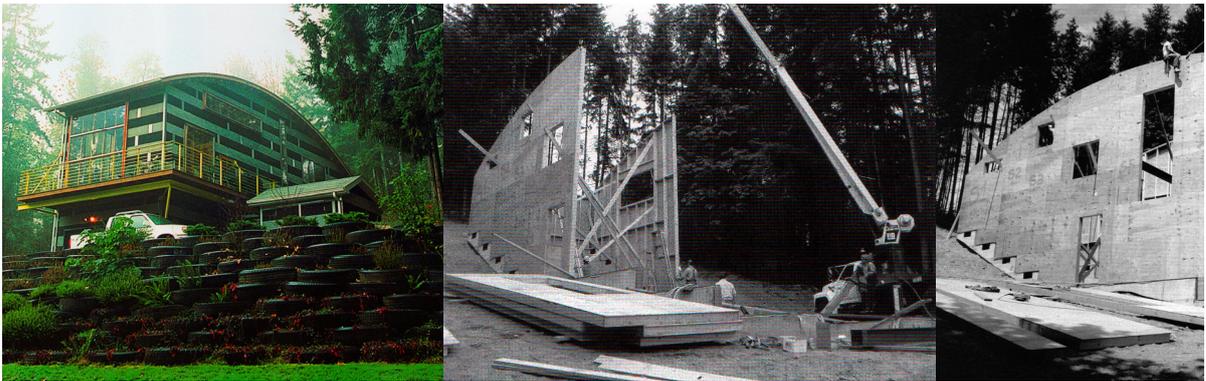


Figura 18. Fox Island House

La *Amerikaya & Garden Pacific Prototypes*, anch'essa interamente in legno, che rappresenta, il prototipo utilizzato per la costruzione di una serie di edifici in Giappone tra il 1992 e il 2003 con componenti assemblati in Oregon e inviati in Asia attraverso *containers*.

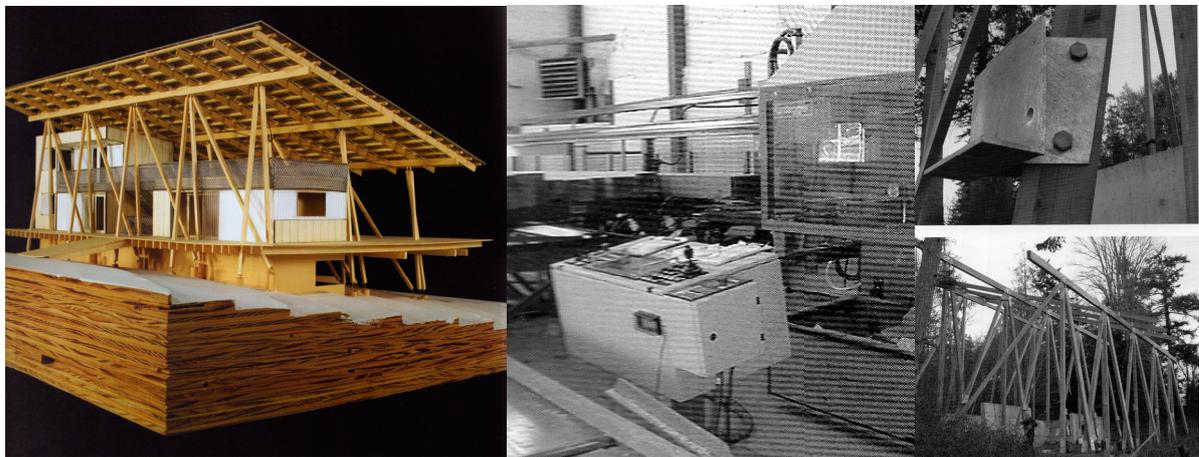


Figura 19. Marrowstone Island House, modello e fase di costruzione

Considerando il suo valore di sperimentazione il progetto prevedeva configurazioni morfologiche differenti. La *Marrowstone Island House* (fig.19), costruita nel 2003, secondo la tecnica

⁸⁰ Nel sistema costruttivo *CNC Timber Framing* i legnami sono tagliati in fabbrica utilizzando delle macchine utensili programmate e controllate attraverso computer moderni a controllo numerico (*CNC computer numerical control*).

⁸¹ Per approfondimenti www.andersonanderson.com

del *CNC Timber Framing*, con il supporto di una nuova generazione di CAD/CAM⁸² *timber-milling machines*. Per questa abitazione, eretta in un sito particolarmente difficile nell'isola di Marrowstone (Washington), sono stati concepiti un gran numero di piccoli componenti modulari, sia per ovviare a problemi di costo, sia per garantire un trasporto efficiente della struttura prefabbricata, ovviando alle difficoltà di accessibilità della *location*.



Figura 20. Orchard House

Un esempio di edificio in cemento realizzato con le tecniche *off-site* è *Orchard House* (2005) (fig.20), residenza californiana della famiglia Kinmont. Considerando la particolare valenza paesaggistica dell'area, il progetto, il cui punto di partenza è stato lo studio attento del territorio e delle specie arboree in esso presenti, mirava a restituire un'immagine armonica dell'edificio immerso nel vasto frutteto, al fine di creare un *unicum* tra il dentro e il fuori. L'abitazione costituita da un volume unico al piano terra, è accessibile da ogni stanza e non presenta distinzioni tra porte e finestre.

Altri progetti che meritano menzione sono la *Chameleon House* (fig.21) e la *Cantilever House* (fig.22), realizzate negli USA rispettivamente nel 2002 e 2004. La prima è parte di una serie

⁸² L'espressione CAD/CAM si riferisce all'impiego congiunto e integrato di sistemi software per la progettazione assistita dal computer (*Computer-Aided Design*, CAD) e fabbricazione assistita dal computer (*Computer-Aided Manufacturing*, CAM). L'uso di sistemi integrati di CAD/CAM rende più semplice il trasferimento di informazioni dalla prima alla seconda fase del processo. I software CAD/CAM sono una parte integrante delle lavorazioni che utilizzano CNC.

di prototipi che esplorano le opportunità offerte dall'uso di pannelli SIPs⁸³ nella costruzione di strutture composte da elementi standardizzati, che possano interagire con una vasta e complessa gamma di siti, con il minimo disturbo ai fattori ambientali: topografia, corsi d'acqua, vegetazione. La seconda, costituita da una struttura in acciaio con pannelli OSB⁸⁴ (*Oriented Strand Board*) utilizzati per le chiusure verticali ed orizzontali, nasce dalla volontà degli architetti Peter e Mark Anderson di sperimentare la combinazione di differenti tecniche di prefabbricazione al fine di ottenere costruzioni *low-cost* di alta qualità, adattabili a contesti differenti e soprattutto di superare i limiti intrinseci dei singoli sistemi.

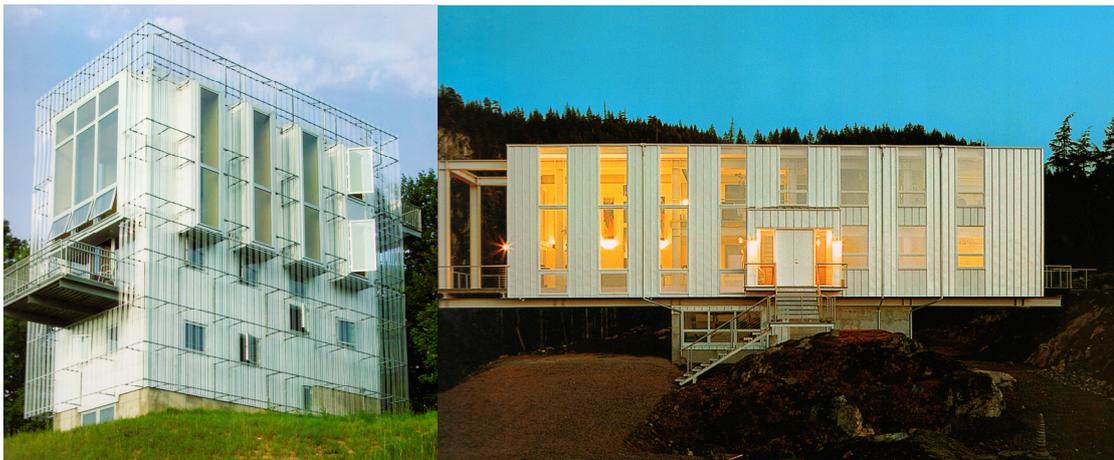


Figura 21-22. A sinistra: Chameleon House. A destra: Cantilever House

La sperimentazione nel settore di sistemi modulari è un'altra caratteristica di alcuni progetti che lo studio Anderson Anderson ha proposto sia in Giappone che in Nord America dal 1995 ad oggi. Edifici componibili, efficienti, economici, moltiplicabili sino a costituire isolati o quartieri sono studiati in ogni particolare tecnologico e formale, come la *Sophia Three-Generation Modular Houses*, la *Yosemite Cabin*, l'*Organic Urban Living Armature* (OULA) e l'*Organic Urban Living Field* (OULF).

Altro studio americano che da anni si occupa del tema della *prefab home* è *Resolution: 4 Architecture*⁸⁵, nato nel 1990 dall'iniziativa degli architetti Joseph Tanney e Robert Luntz. Numerosi i progetti di questi ultimi, la cui l'ambizione è costruire con sistemi prefabbricati abitazioni personalizzate, come afferma Luntz: "*it's impossible that one home is right for ever-*

⁸³ I pannelli SIPs (*panel insulation systems*) sono pannelli strutturali isolati termicamente composti da un sandwich di due strati di pannelli strutturali con uno strato isolante nel mezzo. Lo stato esterno può essere in lamiera o pannelli OSB (*oriented strand board*) e l'isolante in schiuma di polistirene espanso (EPS), polistirene espanso estruso (XPS) o schiuma di poliuretano.

⁸⁴ I pannelli OSB (*Oriented Strand Board*) sono pannelli in materiale di legno realizzati con resine sintetiche e con impiallaccature sottili (*strand*). Gli *strand* (trucioli di grandi dimensioni) vengono pressati in 3-4 strati: quelli degli strati esterni sono in generale orientati longitudinalmente rispetto alla lunghezza del pannello, mentre gli *strand* degli strati intermedi sono ripartiti di solito trasversalmente.

⁸⁵ Per approfondimenti <http://re4a.com>

ybody”. Degne di citazione sono: *Mountain Retreat*, *Bay House*, *Country Retreat*, *Cape House*, *Beach House*, *Sub-Urban House*, *House in the woods*, *Summer Retreat*, tutte concepite secondo il *Modern Modular System*. Infatti dall’aggregazione di un modulo base denominato “bar”, delle dimensioni di 16 piedi di larghezza, 60 piedi di larghezza e 11 piedi di altezza, gli architetti americani realizzano edifici dalle differenti caratteristiche morfologiche. I *bar*, divisi in moduli per gli spazi comuni (cucina, *living*, camera da pranzo), per usi privati (camera da letto, bagno, ufficio) e moduli di accessorio (che contengono armadi e spazi deposito), possono essere combinati in dozzine di modi diversi (fig.23)

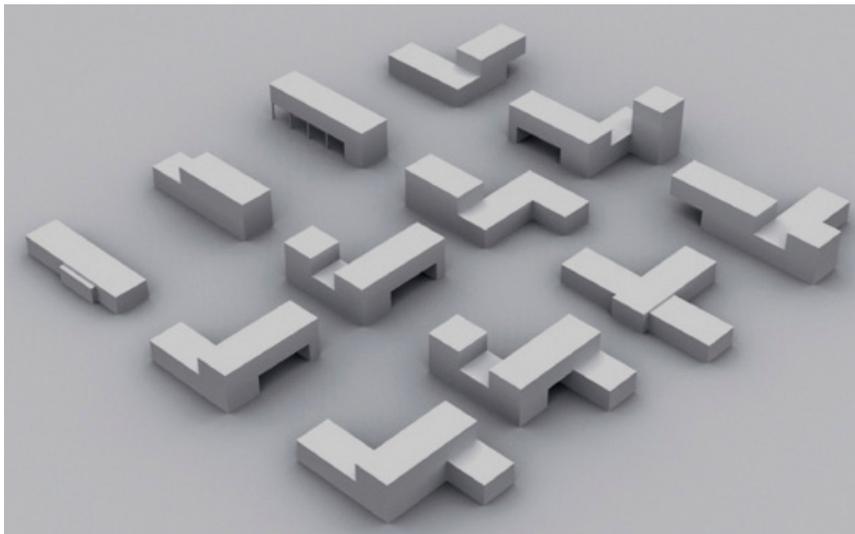


Figura 23. Modern Modular System

Di straordinaria attualità il pensiero di Walter Gropius (1955) “*E’ errato ritenere che l’architettura si corromperà a causa dell’industrializzazione nella costruzione di alloggi. Non c’è ragione di temere una monotonia... purchè 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.*”⁸⁶ E proprio numerosi giovani architetti, privi di sovrastrutture e di preconetti rispetto all’industrializzazione edilizia, fanno dei propri progetti un manifesto del buon costruire *off-site*. Gli Stati Uniti, Paese nel quale i sistemi costruttivi prefabbricati rappresentano una tradizione appartenente alla cultura locale da secoli, vanta architetti come Michelle Kaufmann⁸⁷, stella nascente dello studio di Frank Gehry, che a San Francisco ha realizzato diverse versioni

⁸⁶ Gropius W., *Scope of total Architecture*, 1955; tr. it., *Architettura integrata*, Mondadori, Milano, 1959

⁸⁷ Per approfondimenti www.mkd-arc.com

di abitazioni unifamiliari modulari, la *SideBreeze*, la *Sunset Breezhouse* (fig.24), la *Glidehouse*. Quest'ultima, realizzata secondo criteri di eco sostenibilità ambientale, utilizza diversi sistemi propri della bioarchitettura: un impianto a energia solare fotovoltaica, impiego di legno certificato e di materiali riciclati o ecocompatibili, risparmio idrico e soprattutto, seguendo il motto "let the green in", gli spazi sono progettati seguendo un disegno bioclimatico che potenzia l'illuminazione naturale. Inoltre ogni edificio risponde a cinque obiettivi: *Smart Design*, *Eco Materials*, *Energy Efficiency*, *Water Conservation*, *Healthy Environmental*.



Figura 24. Sunset Breezhouse

L'architetto californiano Rocio Romero⁸⁸, che a 33 anni, è già autore di una serie di modelli di *prefab-house* venduti in qualche centinaio di esemplari in tutto il mondo. Gli edifici proposti appartengono alla *LV Series Home* (fig.25), hanno un costo che varia dai 75,000\$ ai 120,000\$ e possono essere ordinati via *web*. All'acquisto il cliente riceverà il *kit* degli elementi da assemblare, un DVD e una guida alla costruzione e in 30 giorni potrà vedere realizzata la sua casa.





LV HOME WITH A CRAWLSPACE/ SLAB ON GRADE FOUNDATION
 This is the standard LV home plan. On becoming an LV series home owner there will be many options to choose from to customize your home, to learn more read the *LVS Design* brochure.

| | | | |
|---|--|----------------------------------|---|
| LIVING & DINING 23'-4" x 15'-1" | KITCHEN 15'-4" x 7'-6" | PORCH 7'-7" x 5'-1" | MEDIA CLOSET 5.5 sq. ft. |
| MASTER BED 12'-11" x 11'-11" | MASTER CLOSET 62 sq. ft. | MASTER BATH 66 sq. ft. | 2ND BED 10'-1/2" x 9'-7" |
| 2ND BED CLOSET 6 sq. ft. | 2ND BED BATH 56 sq. ft. | | |



DESCRIPTION
 The LV home is our original kit home model. This brochure contains specific information with respect to the LV home but it does not contain general information that is shared amongst all the LV Series homes. You must supplement this brochure with: *LVS Design* and *LVS Build*.

| | | |
|---|---------------------------|--|
| SQUARE FOOTAGE: 1ST LEVEL: Approx. 1190 sq. ft. | OVERALL DIMENSIONS | |
| BASEMENT: (If applicable): Aprox. 1150 sq. ft. | 25'-1" x 49'-1" | |
| TYP. CEILING HT. (Throughout): 9'-0" | | |
| CEILING. HT. IN BATH/CLOSET: Varies: 7'-0" - 8'-0" | | |

Figura 25. LV series home: descrizione modello base

⁸⁸ Per approfondimenti www.rociromero.com

Altro studio di progettazione americano, Marmol Radziner⁸⁹ + Associates, è stato fondato a Los Angeles nel 1989. Il fondatore l'architetto Radziner nel 2005 ha creato una divisione specializzata nella progettazione e produzione di abitazioni prefabbricate ad un piano. Tra i progetti studiati per ottenere la certificazione LEED⁹⁰ quello di maggior successo è la *Hidden Valley Home* (fig.26), in pieno deserto del Moab in Utah (USA). L'edificio, con una pianta a T, si compone di dodici moduli prefabbricati in profilati di acciaio riciclato. Grande attenzione è riservata alla scelta dei materiali: ecocompatibili, certificati e riciclati. Inoltre l'utilizzazione di pannelli strutturali isolati termicamente (SIPs), l'uso di vetro a bassa dispersione e l'impiego di energia geotermica per il sistema di ventilazione interna e per il riscaldamento dell'acqua della piscina sono strategie adottate per ottenere la riduzione dei consumi energetici.

Ai principi della sostenibilità si ispirano anche i lavori dello studio *Office of Mobile Design* dell'architetto Jennifer Siegal⁹¹ specializzato nella costruzione di edifici prefabbricati: case, scuole, uffici. L'idea a monte di ogni progetto della Siegal è realizzare edifici a basso costo, in tempi brevi e ecologici. Specializzata in *portable house*, la Siegal definisce le nuove generazioni "the new nomads".



Figura 26. *Hidden Valley Home*, immagine del prospetto principale e degli interni

⁸⁹ Per approfondimenti www.marmolradzinerprefab.com, www.marmol-radziner.com, www.marmolradzinerfurniture.com

⁹⁰ Il LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) è un sistema di valutazione della qualità energetica ambientale per lo sviluppo di edifici "verdi" ad alte prestazioni che funzionano in maniera sostenibile e autosufficiente a livello energetico. Nato nel 2000, è promosso dal *U.S. Green Building Council* (il Consiglio per le Costruzioni Ecologiche degli Stati Uniti). Applicabile sia per interventi di nuova edificazione che per ristrutturazioni integrali il LEED è una certificazione, su base volontaria, in cui è il progettista stesso che si preoccupa di raccogliere i dati per la valutazione e di inviarli al *U.S. Green Building Council*. Il sistema si basa sull'attribuzione di crediti per ciascuno dei requisiti caratterizzanti la sostenibilità dell'edificio. Dalla somma dei crediti deriva il livello di certificazione ottenuto.

⁹¹ Per approfondimenti www.designmobile.com

Tra gli altri meritano di essere ricordati: lo studio *Alchemy Architects*, le case modulari di diverse “taglie” (*small, medium, large*) della *Hive Modular*, la *KitHaus* degli architetti Tom Sandonato e Martin Wehmann, il cui assemblaggio richiede pochi giorni e mano d’opera non specializzata, il progetto *Turbulence House* di Steven Holl, gli edifici degli australiani Collis and Turner, e dei connazionali Sean Godsell, Prebuilt e Lacoste+Stevenson Architects, la *Loblolly House* (fig.27) di Kieran Timberlake⁹², costruita con il solo ausilio di una chiave inglese, per cui è facile smontarla e rimontarla altrove o riutilizzarne i componenti per un’altra costruzione. L’interesse per questo progetto è determinato anche dalla capacità dell’architetto di progettare una casa che interagisse completamente con l’ambiente circostante, un bosco di pini della varietà *pinus taeda*. L’edificio poggia su palafitte lignee e in tutti i prospetti, eccetto quello ovest, presenta un rivestimento in doghe di legno, dall’estetica particolarmente piacevole e di perfetta integrazione con il paesaggio.



Figura 27. Loblolly House, prospetto ovest e prospetti laterali

Di particolare rilievo le sperimentazioni progettuali dello Studio804⁹³, un corso di *design/built* dell’University of Kansas School of Architecture and Urban Planning, attivo dal 1995. Al termine del semestre gli studenti devono dimostrare la loro crescita professionale attraverso la costruzione di un edificio che sviluppi soluzioni architettoniche capaci di coniugare efficienza, sostenibilità, innovazione, uso creativo dei materiali.

La *mission* è quella di creare alloggi prefabbricati dall’estetica accattivante, a prezzi accessibili, che utilizzino fonti di energia rinnovabili e si integrino con le preesistenze del contesto urbano nel quale potrebbero essere inseriti. Studio804 utilizza in ogni edificio progettato a seconda delle esigenze e delle opportunità che offre il contesto: pannelli solari, turbine eoliche, sistemi per il riciclaggio delle acque grigie, energia geotermica per il riscaldamento e raffreddamento. L’ambizione del gruppo di lavoro è che le residenze possano essere certificate LE-

⁹² Per approfondimenti <http://kierantimberlake.com>

⁹³ Per approfondimenti www.studio804.com

ED for Homes Platinum building. Il progetto realizzato dagli studenti del corso di *design/built* del 2004 rappresenta un modello per gli edifici costruiti successivamente, a partire da *Modular 1*, infatti, sono stati utilizzate solo unità modulari prefabbricate adattabili a configurazioni e siti differenti. La soluzione si presenta economica, veloce, personalizzabile e riduce i rifiuti di cantiere. Nei *Modular* successivi 2, 3 (fig.28) e 4 si è cercato di mettere in pratica le lezioni dei modelli precedenti attraverso l'uso di materiali riciclati, lo studio di soluzioni flessibili ed energeticamente efficienti.

Nel 2008 lo Studio804 ha realizzato il *Sustainable Prototype* (fig.28) con la collaborazione del *The 5.4.7 Arts Center* di Greensburg, KS. L'edificio, pur non essendo un'abitazione, merita menzione per il suo particolare valore simbolico e soprattutto perché è stato il primo nel Kansas ad essere certificato *LEED Platinum building*.



Figura 28. In ordine: Modular 2, Modular 3, Sustainable Prototype

Esempi di residenze prefabbricate in Sud America, Giappone ed Europa

Un esempio di *prefab home* che risponde ai principi del progetto bioclimatico è stata realizzata nel 2006 a Santiago del Cile. Il progetto *Wall House* (fig.29) degli architetti FAR frohn&rojas⁹⁴ è una casa di 230 mq, costruita con un *budget* ridotto, costituita da un nucleo centrale che ospita cucina e bagno, da cui si articolano sistemi che utilizzano materiali e tecnologie diverse (nucleo in cemento, struttura in legno, pannelli in policarbonato e tele) e che ottimizzano il funzionamento bioclimatico dell'edificio a seconda della stagione. D'inverno il riscaldamento avviene attraverso il pavimento in cui sono incorporati pannelli radianti alimentati a gas e d'estate le stanze vengono rinfrescate attraverso una pompa caldo-freddo. Grazie alla configurazione dello spazio e ai materiali utilizzati, si ottiene un'efficienza energetica notevolmente superiore rispetto agli *standards* dell'America Latina.

La Casa X in Ecuador dello studio Arquitectura X, la Casa R. R. a San Paolo del Brasile degli Andrade Morettin Associated Architects, il Prototipo M7 della Cooperativa uro1.org sono solo alcuni degli altri progetti realizzati in Sud America, che mostrano caratteristiche comuni

⁹⁴ Per approfondimenti www.f-a-r.net

come: montaggio a secco, leggerezza, flessibilità, attenzione al risparmio energetico e riduzione dell'impatto ambientale.

Da non sottovalutare le esperienze dal carattere futuristico provenienti dal Giappone: la Layer House di Hiroaki Ohtani dalla tecnica costruttiva mai sperimentata prima, costituita da una struttura in piastre di calcestruzzo prefabbricate e disposte in modo alternato, definita dallo stesso architetto vantaggiosa per il suo carattere di incompletezza; la White Ribbing e la Tavola House realizzate dal Milligram Studio, la seconda costituita da un cubo sospeso su quattro piloni d'acciaio, la Natural Wedge di Maski Endoh dalla non comune forma triangolare, la Fold House (Mutshe Hayakusa/Cell Space Architects) e la Roofecture M (Shuheï Endo), che sperimentano l'uso innovativo dell'acciaio e per concludere la 4x4 House in cemento di Tadao Ando e la Plastic House di Kengo Kuma, un edificio dalla struttura in acciaio con tamponamenti in plastica sulle facciate principali.



Figura 29. Wall House

Anche il Nord ⁹⁵Europa vanta una lunga tradizione nel campo della residenza prefabbricata e numerosi sono gli esempi che riempiono la letteratura sul tema.

In Austria, Germania, Svizzera, Finlandia, Danimarca, la prefabbricazione è una tecnica costruttiva consolidata tanto che è comune osservare *prefab homes* in qualsiasi strada del centro

⁹⁵ Il materiale ricorrente nei progetti realizzati nelle regioni del Nord è il legno alcune delle migliori realizzazioni sono: la *Minimal House* (arch. Ivan Kroupa) e la casa nel giardino (Studio Archteam) in Repubblica Ceca, il progetto viennese *Solar Box* dei Driendl Architects, la Casa Pen dei Querkraft Architects, la Casa a Monaco di Christof Wallner e la Casa Stockner di Wolfgang Feyferlik.

o della periferia di ognuna di queste Nazioni. In tali Paesi, questo tipo di realizzazioni non sono legate unicamente alle grandi firme dell'Architettura né rappresentano episodi isolati o sperimentali. Per tale motivo l'elenco diverrebbe particolarmente lungo se non si mirasse ad evidenziare gli esempi maggiormente innovativi per morfologia, tecnologia ed efficienza, come la Scatola Nera dell'architetto svedese Anderson Henrikson, la *Kosketus "touch" house* dei finlandesi Heikkinen-Komonen o la casa di paglia di Felix Jerusalem, primo edificio costruito a Eschenz (Svizzera) interamente in pannelli di paglia utilizzati come isolamento termo-acustico, struttura e finitura interna, o ancora, nei Paesi Bassi, la Casa-hangar dello Studio NL-D composta da un guscio di acciaio inossidabile rivestito da pannelli sandwich (l'intera struttura di 425 mq è stata assemblata in tre mesi).

Uno degli architetti europei maggiormente interessato al tema della residenza prefabbricata è l'austriaco Oskar Leo Kaufmann che, nel 1997, ha aperto con il cugino Johannes Kaufmann la KFN Products e da allora si occupa esclusivamente di *prefab homes*. Il primo prototipo *SU-SI House* nasce nel '98 ed è un edificio modulare, mobile e assemblabile *in situ* in sole 5 ore, di esso sono previste differenti "misure" e rifiniture a scelta sia per gli interni che per gli esterni. In soli due anni, sono stati venduti tra l'Austria e la Germania più di venti modelli di questo tipo, al solo costo di 100,000\$ compresi trasporto e fondazioni. Altro prodotto dello studio-impresa KFN è il sistema *FRED* che realizzato con componenti di diversa dimensione che, assemblati in più combinazioni, su un modulo base di 5mx5, danno vita a dieci tipologie di prospetto e stanze dalle differenti grandezze. Kaufmann applica tali sistemi prefabbricati anche a case dalle caratteristiche estetiche più convenzionali, come nel caso della *Two-Family House*, una casa modulare, in legno, energeticamente efficiente, costruita in quattro mesi. Per la KFN la prefabbricazione è semplicemente parte di un *trend* in crescita; attraverso la vendita *on line*, alla stregua di libri e abiti, anche le case possono essere acquistate via *e-mail*. In base a tale filosofia, dal 2002, l'architetto austriaco, insieme a Johannes Norlander, produce unità edilizie con differenti funzioni, da quelle complementari (capanni, chioschi, unità ospedaliere o da campeggio) a quelle residenziali.

Come scrive Claudio Claudi de Saint Mihiel nella suo testo sull'*atelier* Dubosc & Landowski⁹⁶, la ricerca e la produzione dei due architetti francesi, che utilizzano da anni i sistemi a secco applicati sia all'edilizia residenziale che al terziario, si basa su "*metodologie che investono tutte le principali problematiche del costruire contemporaneo: dalla centralità delle*

⁹⁶ Dall'intervista a Eric Dubosc di Claudio Claudi de Saint Mihiel in Claudio Claudi De Saint Mihiel, *Innovazione tecnologica e architettura, Logiche e metodologie dell'atelier Dubosc & Landowski*, Edizioni Del Grifo, Lecce, 1999

questioni ambientali all'esplorazione delle potenzialità di materiali e processi innovativi, dall'attivazione di un dialogo interattivo con il mondo della produzione alla incentivazione e agevolazione delle operazioni manutentive e gestionali." Ogni costruzione dell'atelier ha un aspetto singolare, caratterizzato dall'utilizzo di materiali, colori e forme proprie per ogni progetto, la soluzione tecnologica si sposa con uno studio attento dell'aspetto architettonico che il manufatto deve assumere. "Nella realizzazione dei nostri progetti - afferma Dubosc - il sistema d'assemblaggio a secco costituisce fattore di garanzia del rispetto di tempi e costi di costruzione, ma soprattutto consente una totale corrispondenza tra elaborazioni progettuali ed esiti realizzativi. Desidero anche sottolineare che l'assemblaggio a secco necessita di studi preliminari molto puntuali e di riflessioni metodologiche che sono di grande aiuto per lo sviluppo di un iter progettuale che consenta in ogni momento di avere il controllo della fattibilità e concretizzabilità delle idee. [...] Tutto viene predeterminato e controllato accuratamente per quel che riguarda la qualità, la rispondenza alle normative ed agli obiettivi di progetto già nel luogo in cui viene prodotto, cioè fuori opera e non in cantiere (dove come spesso avviene questo controllo è casuale o episodico)⁹⁷". Tra le Nazioni europee quella che detiene il primato nella sperimentazione di *off-site construction* è l'Inghilterra. Investimenti (fig. 30) di notevoli proporzioni sono, infatti, previsti a Londra per la realizzazione del progetto Oxley

| Località | Area di intervento | | Alloggi realizzati | Promotore/costruttore | Progettista | Sistema costruttivo | Caratteristiche |
|-----------------|--------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------------|---|---|
| Leeds | 3,2 ha | Recupero di area ex industriale | 151 alloggi (di cui 46 <60k€) | Barratt developments | Hta Architects | Advanced housing System | Pannelli prefabbricati a struttura in acciaio, con finitura interna e esterna + serramenti + impianti premontati, con blocchi bagno e blocchi cucina tridimensionali preassemblati |
| Northampton | 3,0 ha | Area di espansione | 162 alloggi (di cui 50 <60k€) | Barratt developments | Hta Architects | | |
| Maidstone | 3,9 ha | Recupero di area ex scolastica | 148 alloggi (di cui 45 <60k€) | SixtyK consortium - Crest | Sheppard Ronson arch. | Kingspan Tek | Pannelli isolati a struttura in legno, utilizzati per pareti, solai e copertura |
| Newport Pagnell | 1,0 ha | Recupero di area ex ospedale | 68 alloggi (di cui 45 <60k€) | SixtyK consortium - Crest Nicholson | | | |
| Basingstoke | 3,5 ha | Recupero di area ex ospedale | 137 alloggi (di cui 42 <60k€) | Persimmon homes (formerly Westbury) | Broadway Malayan architects | Space4 Ltd | Elementi prefabbricati bidimensionali in legno (sistema Space4) |
| Dartford | 0,54 ha | Recupero di area ex industriale dismessa | 37 alloggi (di cui 13 <60k€) | Countryside consortium | Pcko Architects | The Home factory e timber system Buma volumetric system | 25 alloggi in pannelli a struttura in lamiera di acciaio zincata piegata a freddo (sistema Buma di produzione polacca), con pannellature in lastre in Osb o lamiera metallica, facciata ventilata. 12 alloggi in elementi tridimensionali in legno (sistema The Home factory) |
| Aylesbury Vale | 1,4 ha | Recupero di area ex industriale dismessa | 102 alloggi | William Verry/ WeberHaus | Make (con Acc landscape architects) | WeberHaus | Elementi prefabbricati bidimensionali in legno (sistema WeberHaus) con finitura interna ed esterna + serramenti premontati |
| Hastings | 0,22 ha | Recupero di area ex scolastica | 12 alloggi | William Verry/ WeberHaus | Radley House Partnership | | |
| Milton Keynes | 3,3 ha | Area di espansione al limite del tessuto urbanizzato esistente | 145 alloggi | George Wimpey partnership e Richard Rogers partnership | Richard Rogers | Metek Building System e Wood Newton | Elementi prefabbricati bi e tridimensionali in acciaio (sistema Metek) e in legno (Wood Newton) |

Figura 30. Elenco di alcuni degli investimenti previsti dal Governo inglese.

⁹⁷ Ibidem nota precedente, pg. 63

Park dell'architetto Richard Rogers. Vincitore del Concorso *Design for Manufacture*, l'intervento prevede 145 unità abitative prefabbricate, accattivanti e sostenibili. Gli edifici sono studiati per ridurre sprechi ed energia, con un abbassamento fino al 70% di emissioni di CO2. Altri 200 alloggi residenziali a zero emissioni, realizzati secondo i più alti standard ambientali, sono previsti a Gallions Park, nei Royal Docks di Londra e progettati dallo studio britannico Feilden Clegg Bradley Architects. Le soluzioni previste assicureranno una significativa riduzione delle emissioni di carbonio e dell'impatto ambientale: materiali naturali, gestione integrata dei rifiuti, coltivazione alimentare in loco. Inoltre, di recente, sono state immesse sul mercato le prime abitazioni dell' "insediamento BoKlok", (Gateshead) alloggi immessi sul mercato da una partnership tra la Live Smart@Home e il colosso Svedese IKEA.

Diversi i progettisti inglesi che operano in questo settore, tra i quali Arthur Collin che su un'area di 100.000 mq nei pressi di Londra ha progettato una serie di residenze modulari in legno, flessibili, componibili, che formano edifici dalla differente tipologia, al fine di caratterizzare la densa trama urbana. Inglese anche lo Studio Hudson Architects, gli Ecospace, che raggruppano un *team* di professionisti responsabili della ricerca, progettazione, ingegneria e costruzione degli edifici, gli Architype, che comunemente utilizzano sistemi prefabbricati per la realizzazione dei loro progetti, nello specifico il sistema *Tradis panels*.

Queste citate sono solo alcune delle sperimentazioni che nel panorama mondiale si stanno sviluppando sul tema della casa concepita come la *summa* della sensibilità verso le tematiche ambientali e delle logiche di produzione industriale. Tali sperimentazioni testimoniano la volontà di ricercare soluzioni abitative capaci di migliorare la qualità della vita degli abitanti rispettando le nuove esigenze, le esperienze, i desideri, le istanze culturali di una società in continuo mutamento.

Va aggiunto che altre sperimentazioni sul tema della *prefab home* riguardano l'utilizzazione e la rifunzionalizzazione di *containers*, utilizzati come moduli flessibili e aggregabili di strutture mobili o fisse, come nei progetti di Adam Kalkin, del Gruppo Foba, dei 70N arkitektur, dei LOT-EK o anche, tema di grande attualità, lo sviluppo di nuove soluzioni abitative sui tetti di edifici preesistenti, moduli autonomi e ben riconoscibili come il LoftCube (*fig. 31*) (Monaco) del tedesco Werner Aisslinger, come la mimetica first Penthouse di Albert Cout, costruita su uno storico edificio londinese e tanti altri esempi che, sia nell'estetica, che nella tecnologia utilizzata dichiarano la loro diversità rispetto al carattere delle preesistenze.



Figura 31. Loft Cube

2.1.1 Regno Unito: BRE Innovation park – OFFSITE

Il nuovo “Codice per le abitazioni sostenibili⁹⁸” ha rappresentato un forte incentivo alla ricerca di nuove soluzioni abitative "a zero emissioni di carbonio" tanto che il BRE (*Building Research Establishment*), una delle principali organizzazioni del Regno Unito impegnata nella ricerca, consulenza, formazione e certificazione dei metodi più innovativi e sostenibili per il costruire, nel 2005 ha aperto nella sede di Watford (poco distante da Londra), l'*Innovation Park* (fig. 32), con la funzione di mostrare le ultime innovazioni nel settore delle costruzioni. Il Parco ha ospitato nel giugno del 2007 la terza edizione dell'*OFFSITE*, una manifestazione fieristica biennale interamente dedicata alle tecnologie della prefabbricazione. Nell'ambito dell'evento sono stati realizzati, secondo i moderni metodi di costruzione (Mmc), con le tecnologie di costruzione fuori opera (*Off-site construction*, Osc), sette edifici dimostrativi (fig.33), una scuola e sei abitazioni, in esposizione fino alla prossima edizione prevista per questo 2009. I prototipi sono realizzati per dimostrare le capacità della moderna prefabbricazione di rispondere ai severi imperativi di tempo, costo, qualità, sostenibilità, a mostrare, inoltre, la duttilità con cui tali sistemi fanno fronte alla necessità di adattabilità e flessibilità degli spazi interni e alle elevate possibilità degli stessi in tema di integrazione impiantistica. Gli edifici oltre ad essere un esempio delle nuove tecnologie nel campo della costruzione fuori opera, di prodotti riciclati e ecosostenibili e delle maggiori innovazioni in campo di domotica, hanno la funzione di sensibilizzare operatori e acquirenti verso scelte edilizie eco-orientate e istruire e formare la manodopera rispetto ai *modern method of construction*; a tal fine, infatti, all'interno del parco è prevista un'area per l'addestramento degli operai con costruzioni da realizzare in tempo reale.

⁹⁸ Si rimanda al Capitolo I paragrafo 1.2.1 Regno Unito, il nuovo regolamento inglese: “Code for sustainable homes”.

Il BRE Innovation Park, inoltre, lavora in collaborazione con l'industria, gli enti governativi, le agenzie di sviluppo regionale, le autorità locali, le accademie di addestramento professionale e gli istituti scolastici.

Dalla mia visita alle case uni e bi-familiari, effettuata nell'ottobre del 2007, osservando sia l'esterno che l'interno degli edifici, ho tratto la conclusione che l'esperimento portato avanti dal centro di ricerca fosse realmente riuscito; nei manufatti è, infatti, palese l'attenzione alla progettazione (fig. 34) dal momento che è evidente come l'industria si coniughi all'alto design, al confort, al piacere di abitare uniti a tecnologie all'avanguardia e a elevate prestazioni energetiche. Nonostante il *Code for sustainable homes* faccia riferimento per lo più a *performance* energetiche e a *standards* ambientali, si evince in ognuno dei prototipi la gran cura anche rispetto agli aspetti architettonici e la forte sensibilità nei confronti dell'utenza.



Figura 32. Immagini della costruzione dei 7 prototipi prefab presso l'Innovation Park

Le soluzioni tecnologiche ed energetiche adottate sono, chiaramente, il risultato di strategie messe in atto per rispondere alle esigenze dei climi temperati delle regioni del nord; a tal pro-

posito appare corretto sottolineare che, in quanto edifici nati da una sperimentazione, pur essendo perfettamente rispondenti a quanto prefissato dalla normativa inglese, non è possibile affermare a priori la validità delle singole sperimentazioni in contesti ambientali e culturali diversi. È interessante, inoltre, sottolineare come la possibilità, in ogni abitazione, di osservare dal vivo anche la parte impiantistica (fig. 35) sia stato un modo per approfondire e meglio comprendere il funzionamento degli edifici e le tecnologie impiegate.

Dei prototipi presentati quattro rispondono alle indicazioni del nuovo codice; tra questi ultimi, quello che ha raggiunto il massimo del punteggio previsto dalla normativa è la *LightHouse* presentata dall'azienda Kingspan e progettata da Sheppard Robson in collaborazione con lo studio Arup. Essa costituisce il primo prototipo di casa prefabbricata che applica le nuove norme e raggiunge il "Level 6", marchio di qualità attribuito agli edifici che conseguono i migliori livelli di efficienza energetica, corrispondente alla classe A stabilita dalla direttiva 2002/91/EC.



Figura 33. Innovation park: edifici-prototipo

L'edificio, su tre piani, è dotato di:

- 46 mq di fotovoltaico che producono 4,7 kW di elettricità,
- 4 mq di collettori solari, di un boiler da 10 kW collegato a una caldaia a pellet,

- sistemi per il riciclo e riutilizzo delle acque grigie,
- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore.

La struttura è composta da un telaio in legno e da pannelli sandwich portanti (SIPs) ed è rivestita esternamente da pannelli dogati di castagno dolce nei piani superiori mentre, nella parte basamentale, da lastre in cemento fibrorinforzato.

Tra gli altri prototipi, la casa *kit low Energy*, proposta dall'azienda svedese Ecotech, che vende abitazioni chiavi in mano. *Organics*, costruito in soli cinque giorni, è costituito da moduli tridimensionali che ospitano cucina, bagno e corpo scala, mentre le dimensioni, la configurazione dell'edificio, i rivestimenti e le finiture sono definite in funzione delle esigenze e dei gusti del committente. Di particolare interesse è *Eco House*, presentato dalla Hanson, che oltre a raggiungere, come richiesto dalla normativa, l'obiettivo delle zero emissioni di CO₂, è l'unica abitazione prefabbricata in muratura portante, con setti in laterizio di 30 cm.



Figura 34. Alcune immagini degli interni degli edifici

L'edificio, inoltre, sviluppa al suo interno un articolato sistema domotico che permette di monitorare le sue *performance* energetiche.

Ha raggiunto il *Level 5* del codice inglese sulle abitazioni sostenibili la *Sigma home* dello Stewart Milne group, progettata in collaborazione con lo studio Prp; un edificio duplex *low energy*, flessibile, dalla elevata inerzia termica e realizzato in tempi estremamente ridotti. La

particolarità dell'abitazione è il massiccio utilizzo di fonti di energia rinnovabile: pannelli fotovoltaici, microturbine eoliche e collettori solari a tubi sottovuoto.



Figura 35. Impianti e sistemi per il risparmio energetico

Gli edifici a carattere dimostrativo sono parte di un discorso molto più ampio che vede la Gran Bretagna impegnata in temi quali la salvaguardia del pianeta e la riduzione di gas serra, promuovendo strategie e normative che vincolino il settore edilizio al risparmio energetico e alla riduzione degli impatti sull'ambiente⁹⁹.

Le moderne tecniche di costruzione off-site: *Modern method of construction (Mmc)*

Le “*Modern method of construction (Mmc)*”, rappresentate da sistemi costruttivi fuori opera, possono essere raggruppate in tre macrocategorie: *volumetric construction*¹⁰⁰ (sistemi modulari tridimensionali), *pannellised units o panel system*¹⁰¹ (sistemi basati su pannelli) e *hybrid techniques* (sistemi ibridi). La prima si costituisce di moduli tridimensionali realizzati in fabbrica per essere successivamente trasportati sul sito di installazione. I moduli, provvisti di serramenti, impianti, ecc., sono cellule abitative che unite insieme formano abitazioni o edifici pluripiano. Quelli più comunemente utilizzati sono i moduli bagno o cucina. Tali parallelepipedi

⁹⁹ Per ulteriori approfondimenti sugli edifici si rimanda ai capitoli successivi

¹⁰⁰ Si veda anche *Postnote* dicembre 2003 N. 209, rivista *on line* del *Parliamentary Office of Science and Technology* in www.parliament.uk/post.

¹⁰¹ *Ibidem* nota precedente

strutturali sono anche chiamati “*pod*”. I *pannellised units* (che formano pareti, pavimenti, tetti) sono costituiti da pannelli, nelle soluzioni più avanzate finiti in stabilimento con isolamento, serramenti, installazioni impiantistiche, finiture interne ed esterne, che vengono trasportati al sito e lì assemblati rapidamente, anche nel giro di 24h. Gli ultimi, come è facile intuire dallo stesso termine ibrido, nascono dall’unione di sistemi tridimensionali e pannelli orizzontali o verticali. In genere i *pod* utilizzati sono le cellule bagno e cucina mentre la parte restante dell’edificio si compone di pannelli.

I materiali utilizzati in tali sistemi costruttivi sono il legno, l’acciaio, il calcestruzzo, anche se molte case nel Regno Unito, realizzate in *Mmc*, hanno il rivestimento esterno in mattoni in così come le case tradizionali.

Secondo il governo inglese, i principali vantaggi della costruzione *off-site* sono: economici (minori difetti nelle costruzioni e maggiore rapidità nei tempi di esecuzione), ambientali (maggiore efficienza energetica, minori rifiuti e meno trasporto di materiali), sociali (minori incidenti e nella fase di costruzione minore impatto per i residenti locali).

Il National House Building Council ha stimato che circa il 10% delle nuove case del Regno Unito è costruito utilizzando il *timber frames* e, il 5% con altri *Mmc*, per un totale di circa 25.000 abitazioni all'anno. Va sottolineato che vi sono differenze anche all'interno dello stesso Regno Unito; ad esempio, solo in Scozia, circa il 60% dei nuovi alloggi è costruito con la tecnica del *timber frames*.

Tra i motivi per cui nei Paesi del Nord Europa tali tecniche costruttive hanno una maggiore diffusione va indicato che, nei climi freddi, a causa del maltempo, la costruzione degli edifici deve essere necessariamente più rapida, inoltre la maggiore disponibilità di materiali da costruzione, in particolar modo del legno, e una tradizione culturale rispetto alla costruzione unifamiliare, favoriscono l’utilizzo di tali sistemi.

Il National Audit Office, nel rapporto sull’utilizzo dei *Mmc* negli interventi di *social housing*, pubblicato nel 2005, nella sua valutazione dei costi e benefici di tali sistemi costruttivi, sottolinea che, con la stessa quantità di ore lavorative, tali tecnologie permettono di realizzare il quadruplo degli alloggi, ottenendo la stessa qualità, seppur in alcuni casi con costi maggiori. Appare fondamentale, tuttavia, una buona programmazione dell’intero processo e l’adozione di procedure *risk management*, in quanto i vantaggi ottenuti dall’utilizzo di *Mmc* possono essere vanificati in caso di modifiche al progetto in fase avanzata.

2.1.2 Spagna: la casa tra industrializzazione edilizia e disegno bioclimatico

Interessanti anche le sperimentazioni sul tema della *prefab home* che si stanno svolgendo in Spagna. La penisola iberica, appartenente all'area del Mediterraneo, per le sue caratteristiche climatiche è molto più vicina al nostro Paese rispetto, alle Nazioni del Nord Europa; se infatti consideriamo il clima mite delle regioni del Sud e il sempre più allarmante problema dell'innalzamento delle temperature terrestri dovute al surriscaldamento del globo, è facile comprendere quanto in tali zone sia maggiore la necessità di utilizzare soluzioni all'avanguardia per il raffrescamento estivo degli edifici, rispetto all'opposta esigenza di riscaldamento invernale.

Tra le esperienze spagnole emerge l'esperimento "*Fujy - Naturalmente Architettura*" nato a Barcellona nel 1999, da un'iniziativa imprenditoriale, dedicata esclusivamente alla costruzione sostenibile standardizzata, da svilupparsi grazie all'appoggio delle imprese *leaders* del settore. Dall'idea dell'architetto italiano Luca Lancini nacque uno studio di progettazione costituito da un'équipe di professionisti provenienti da differenti settori (architettura, costruzione, marketing e comunicazione).

Il Progetto Pilota "*Fujy*" (fig. 36), una villa unifamiliare nei pressi di Madrid, è costruito secondo i criteri dell'architettura sostenibile ed è in grado di garantire un risparmio energetico del 39% rispetto ai normali consumi.



Figura 36. Prototipo Fujy prospetto principale

L'edificio sfrutta differenti tecnologie per garantire un basso impatto ambientale durante il suo intero ciclo di vita: costruzione, uso e possibile riciclo/riutilizzo.

Le principali caratteristiche del prototipo sono: l'integrazione col paesaggio, grazie al disegno bioclimatico dell'edificio, che presenta in ogni esposizione un trattamento differente delle facciate; il risparmio energetico, assicurato dall'uso di materiali isolanti, i sistemi di illumi-

nazione ad alto rendimento, gli elettrodomestici ad alta efficienza, i sistemi di riscaldamento a pavimento radiante, il risparmio dell'acqua, grazie all'accumulo dell'acqua piovana, al riciclo delle acque nere per irrigare gli spazi verdi, all'utilizzo di rubinetti temporizzati meccanici ed elettronici.

Sempre in tema di prototipi, prima che a Roma è stato presentato a Bilbao il progetto “*Velux Atika*”: una casa a risparmio energetico progettata per i climi mediterranei da Roberto Aparicio e Javier Aja Cantalejo di ACXT/IDOM, uno studio spagnolo di architettura e ingegneria che ha collaborato con Frank Gehry alla realizzazione del Museo Guggenheim di Bilbao. Costruita con tecnologie a secco, l'abitazione ha lo scopo di ottimizzare il comfort abitativo attraverso il controllo della luce e della ventilazione naturale, con particolare attenzione al risparmio energetico. *Atika* è una casa unifamiliare di 100 mq che dispone di una struttura portante in acciaio e una controstruttura di completamento in acciaio alleggerito che assicurano stabilità durante le fasi di assemblaggio, smontaggio e trasporto. Inoltre, i sistemi sia di riscaldamento della casa che di raffrescamento utilizzano, acqua calda prodotta dai pannelli solari. L'esperimento è chiaramente un'operazione di marketing e promozione pubblicitaria dell'azienda, a Bilbao come Roma, ciò non impedisce di valutare positivamente l'impegno a promuovere la cultura del risparmio energetico e della progettazione bioclimatica.

In Spagna, come d'altronde in Italia, i metodi costruttivi *off-site* non appartengono alla cultura e alla tradizione locale; nonostante ciò sono diversi gli esempi, seppur isolati, che utilizzano sistemi prefabbricati come *Viviendas Cuatro50* dello studio Nuñez y Ribot nella Regione Segovia, case unifamiliari modulari e flessibili, che l'utente può personalizzare in base alle proprie esigenze, scegliendo a catalogo i materiali e l'aggregazione e il numero dei moduli (4,5x4,5m) da utilizzare. Il sistema dell'azienda costruttrice, in *steel frame*, ha ottenuto il *Documento de Idoneidad Técnica* e si basa su tre parole chiave: *identidad, energía, amplitud*.

Nella Casa en Gaüses (Gerona), in quella en Buñola nell'isola di Mallorca e anche nella Casa studio dell'architetto Maria Castello a Formentera, è forte l'integrazione con il paesaggio circostante. Nella prima il piccolo *budget* di soli 70.000€ ha determinato scelte a vantaggio di materiali e tecniche locali. La casa-atelier di pittura, progettata dagli architetti Bach y Bach, all'incirca di 80 mq, si divide in due settori ben differenziati: uno spazio aperto e diafano che si apre all'esterno attraverso un portico rivestito con canne di bambù e uno spazio più intimo, con due stanze ed un piccolo bagno. La normativa del Comune obbliga a progettare coperture inclinate che ricordino le montagne all'orizzonte, e inclinate sono le coperture sia dell'abitazione che della pergola, che fa ombra alle facciate di nord-est e sud-est.

Anche l'edificio costruito a Buñola, dall'arch. Francisco Cifuentes, riprende l'architettura tipica delle abitazioni locali, dell'isola di Mallorca, con patio e scale esterne e utilizza, soprattutto a causa delle difficoltà di accesso al sito, pochi materiali e componenti standardizzati.

Un accenno meritano anche le esperienze di autocostruzione di Santiago Cirugeda dello studio Recetas Urbanas che sperimenta, attraverso soluzioni semplici, comprese di istruzioni per l'uso, la progettazione di abitazioni montabili e smontabili in tempi brevi, i cui materiali, spesso oggetto di ri-uso o riciclo, possono essere nuovamente riutilizzati. Cirugeda, nel 2005, fu tra i sei architetti invitati all'esposizione APTM, promossa per la sperimentazione di nuove forme dell'abitare adatte allo stile di vita contemporaneo, allestita come sezione di uno dei più importanti saloni dell'edilizia spagnoli il "Construmat" di Barcellona. In questa occasione l'architetto sivigliano presentò un "prototipo - lego" costituito da struttura in acciaio, pareti in pannelli di legno e un particolare rivestimento esterno in igloo di plastica (comunemente utilizzati per i pavimenti). Una sperimentazione che colpisce l'immaginario ma della quale è difficile comprendere le reali possibilità di attuazione.

Tra gli architetti spagnoli che negli ultimi anni dieci anni promuovono il tema della sostenibilità ambientale e la costruzione industrializzata è da ricordare anche Luis De Garrido, i cui progetti, in alcuni casi operazioni pubblicitarie, nascono dalla volontà di sperimentare soluzioni innovative, dai differenti caratteri morfologici e architettonici. Il suo lavoro di recente si è concentrato sul tema dell'edilizia modulare attraverso l'uso di *containers*: da questa idea nasce *R4House* (fig. 37), le cui 4R stanno per *Recupera, Reutiliza, Recicla, Razona*. Questo prototipo, presentato anche al "Construmat 2007" puntava, in modo ambizioso, ad azzerare il consumo energetico, attraverso un attento disegno bioclimatico. L'esperienza è stata poi replicata nell'edizione 2009 con il prototipo *Green Box* (fig. 37), una struttura modulare ed economica (circa 550 € al mq) costruita nel giro di due settimane. I moduli prefabbricati assemblati a secco (pannelli sandwich di legno-cemento, pannelli prefabbricati in cemento armato e



Figura 37. A sinistra: R4House, a destra: GreenBox

pannelli metallici), sono previsti per ottenere la maggiore flessibilità sia, dal punto di vista funzionale, (la struttura può essere vissuta come ufficio, residenza, sala esposizioni), che distributivo.

Tra le altre, le sperimentazioni indubbiamente più significative sono quelle condotte nell'Universidad Politecnica de Madrid dai gruppi di ricerca ABIO - *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible* e INVISIO - *Industrialización de Viviendas Sostenibles*.

Per circa tre mesi¹⁰² ho approfondito presso questa Università lo studio dei prototipi *Solar Decathlon*, i due *Grupos de Investigación* coadiuvati da ricercatori e professionisti di varie Facoltà (in particolar modo da quelle di *Ingenieros de Telecomunicación*, *Ingenieros Aeronáuticos*, e *Ingenieros Industriales*), sin dal 2003, infatti, grazie alla partecipazione al Concorso internazionale *Solar-Decathlon*, promosso a Washington (U.S.A.) dall'*U.S. Department of Energy*, sviluppano le tematiche dell'industrializzazione edilizia e dell'efficienza energetica, attraverso la realizzazione di prototipi di abitazioni unifamiliari.

Il *Solar-Decathlon*, nato nel 2002, è infatti un Concorso in cui 20 *teams* di studenti di college e università internazionali concorrono nel progettare e costruire edifici autonomi dal punto di vista energetico. Tra gli obiettivi del Concorso: sensibilizzare l'opinione pubblica rispetto alle energie rinnovabili, al risparmio energetico, e dimostrare come le tecnologie solari sono in grado di ridurre le emissioni inquinanti di CO².

Come per il *decathlon* olimpico, la manifestazione giudica i partecipanti attraverso un sistema a punteggio basato su 10 *contests*¹⁰³, rappresentati da tutti i modi in cui si utilizza l'energia nella vita quotidiana. La regola fondamentale della competizione è che ogni *team* presenti una casa a basso consumo energetico alimentata esclusivamente con le energie solari.

La *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* ha partecipato alla seconda edizione del 2005, alla terza del 2007 e alla quarta del 2009.

Il progetto oggetto di maggiore studio e impegno sotto il profilo delle risorse umane ed economiche è stato il prototipo "*Magic Box*" (II edizione in cui la Spagna partecipava come unica Università Europea, tra le restanti 19 americane) costruito (*fig. 38*) direttamente dagli studenti e dai professori del Politecnico.

¹⁰² La mia esperienza di studio e formazione presso l'Universidad Politecnica de Madrid si è svolta da gennaio ad aprile 2009 nel Grupo de Investigación ABIO, Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible, con tutor César Bedoya Frutos, arquitecto y Profesor Titular del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

¹⁰³ I 10 *Solar Decathlon Contests* per il 2009: Architettura - 100 punti, Mercato Fattibilità - 100 punti, Ingegneria - 100 punti, *Lighting Design* - 75 punti, Comunicazioni - 75 punti, *Comfort Zone* - 100 punti, Acqua calda - 100 punti, Elettrodomestici - 100 punti, *Home Entertainment* - 100 punti, *Net Metering* - 150 punti.



Figura 38. Sequenza di immagini della costruzione del prototipo Magix box

Nella progettazione di “*Magic Box 2005*” grande attenzione è stata prestata al disegno bioclimatico dell’edificio (anche perchè che Madrid -luogo della costruzione- e Washington - luogo dell’esposizione concorsuale- presentano climi simili); le facciate sono infatti studiate in base all’orientamento e al tempo di esposizione solare.

Elementi architettonici come portici, serra, tetto verde, pannelli scorrevoli, sono impiegati per migliorare le condizioni di comfort e controllare luce, qualità dell’aria, irradiazione solare, temperatura. L’energia elettrica è prodotta mediante pannelli fotovoltaici e il sistema di riscaldamento e raffreddamento è alimentato da collettori solari. Tutti i dispositivi interni sono gestiti mediante un sistema integrato di domotica. Lo spazio interno è particolarmente versatile, grazie all’utilizzo di pareti mobili che permettono di unire o separare gli spazi.

Tra le tecnologie impiegate merita un approfondimento il sistema di capsule in gel (*fig. 39*) a cambiamento di fase posizionato, in via sperimentale, nel suolo tecnico, che regola la temperatura interna; nelle notti d’ inverno, rilasciando il calore ricevuto dalle radiazioni solari diurne ed in quelle estive, determina un abbassamento della temperatura interna, grazie ai movimenti d’aria creati attraverso i *ventilation trapdoors*, le *lockgates* e le *grates*.

Tale sperimentazione continua ad essere al centro di diversi studi del gruppo ABIO, tanto che



Figura 39. Suolo tecnico e capsule in gel a cambiamento di fase

L'arch. Isabel Cristina Ceron ha progettato una mattonella in cotto (fig. 40) con una base in gel a cambiamento di fase di cui sta monitorando i risultati e che a breve sarà oggetto di un brevetto.

Il prototipo del 2005 ha avuto un notevole successo in Spagna ottenendo finanziamenti e il plauso anche del Principe Felipe. L'edificio è divenuto il motore della ricerca e dell'attenzione pubblica sui temi dell'efficienza energetica così che il Comune di Rivas Vaciamadrid ha commissionato al Politecnico di realizzare, in un'area pubblica denominata Plaza Ecópolis, la Magic box, come sede dell'Agencia local de la Energia (fig. 41) della stessa amministrazione. Tale realizzazione ha l'ambizione di divenire uno spazio di promozione delle tecnologie da utilizzare e delle corrette pratiche da svolgere per ottenere un maggiore risparmio energetico con il fine di sensibilizzare scolaresche e utenti sul tema.

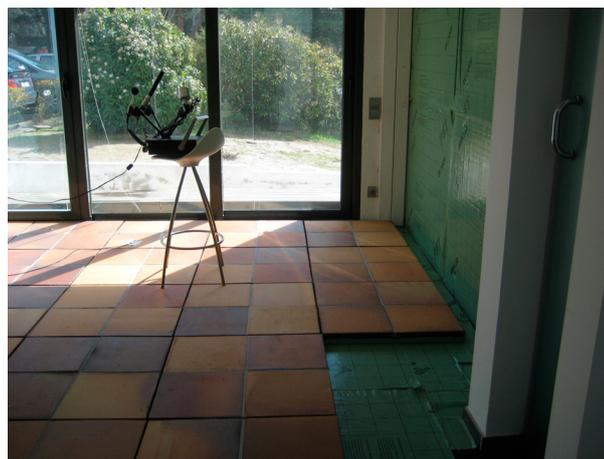


Figura 40. Pavimento in mattonelle in cotto con gel a cambiamento di fase

Nel progetto esecutivo, da realizzarsi entro gennaio 2010, a cui ho collaborato attivamente, sono state effettuate delle modifiche rispetto al progetto originario del 2005, modifiche rese necessarie nel passaggio dalla fase di prototipizzazione a quella di realizzazione: aumento dell'isolamento, eliminazione del "blocco mobile" (nato come elemento simbolico per creare

nella stagione estiva un piccolo patio interno - come negli edifici della cultura mediterranea - elemento diaframma per il miglioramento della ventilazione indoor), inserimento di pareti verdi, utilizzo di un differente sistema, sempre in via sperimentale, di capsule in gel a cambiamento di fase e ampliamento con un piccolo volume per ottenere uno spazio con funzione di punto informazioni¹⁰⁴.

All'edizione del Concorso Solar Decathlon del 2007 l'Università Politecnica de Madrid ha presentato un prototipo (fig. 42) più competitivo dal punto di vista dell'efficienza energetica, per rispondere meglio ai parametri concorsuali.

Fermo restando che alcune delle tecnologie utilizzate, come il suolo tecnico con gel a cambiamento di fase, sono rimaste invariate rispetto al prototipo presentato all'edizione precedente, è stato migliorato il livello di isolamento termo-acustico dell'edificio, le performance energetiche sono monitorate attraverso un sistema domotico ed è completamente mutata la morfologia del prototipo: una pianta non più quadrata ma rettangolare, più compatta e con una grande copertura fotovoltaica, ad unica falda.

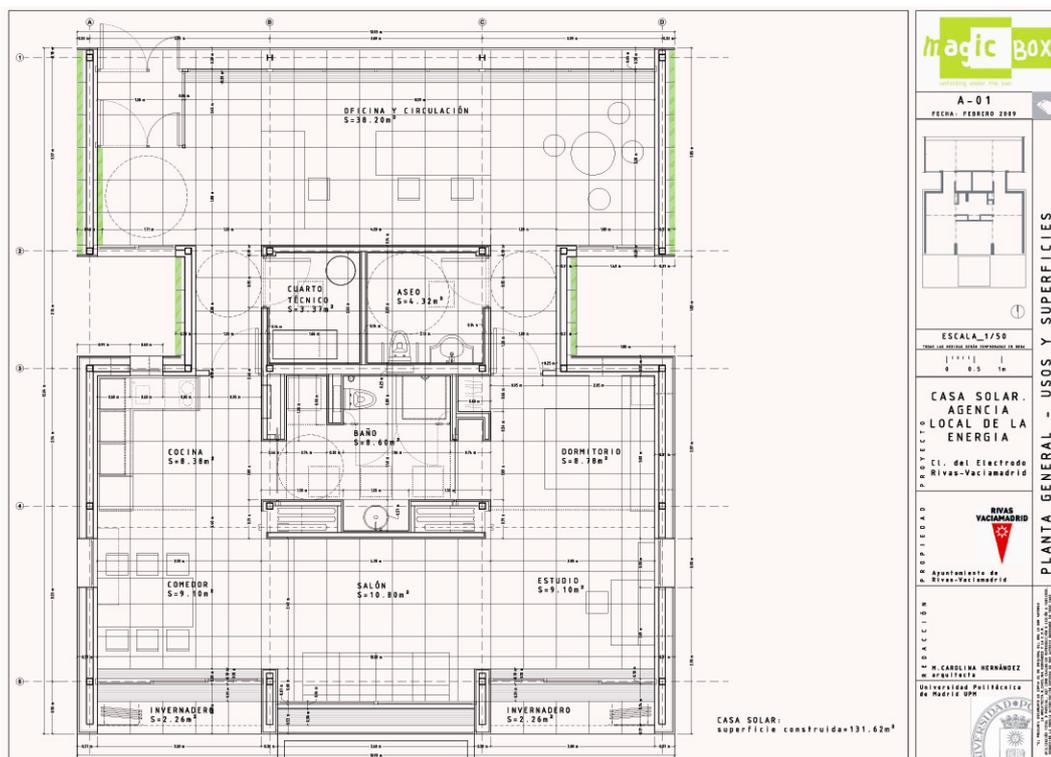


Figura 41. Schema planimetrico della futura sede dell'Agencia local de la Energia del Comune di Rivas Vaciamadrid

¹⁰⁴ Per ulteriori approfondimenti su Magic box si rimanda ai capitoli successivi.



Figura 42. Interni del prototipo presentato all'edizione 2007 del Solar Decathlon

Nell'ultimo prototipo, presentato a Washington lo scorso settembre 2009 è stata prestata ancor più attenzione all'efficienza energetica; l'edificio a pianta quadrata è, infatti, molto compatto e presenta una copertura rotante (fig. 43) interamente fotovoltaica.



Figura 43. Struttura in acciaio della copertura rotante

E' importante sottolineare che il Politecnico di Madrid ha avuto un ruolo così attivo nel Concorso americano (sin dalla seconda edizione del 2005, dove era l'unica Nazione europea a competere) che ha ottenuto di essere l'organizzatore della prima edizione del *Solar Decathlon*

europeo, che si svolgerà a Madrid nel 2010, e che ha ottenuto risposta da molte Università d'Europa tranne, sfortunatamente, da quelle italiane, un'ulteriore possibilità di progettazione e sperimentazione mancata.

2.2 La casa prefabbricata “su misura” e “su progetto”

Se per un architetto è scontato offrire al committente un progetto personalizzato, che risponda ai suoi bisogni, per le aziende o gli studi professionali (diffusi soprattutto negli Stati Uniti), che operano nel settore della produzione e vendita di case prefabbricate, tale procedura appare meno ovvia; spesso, infatti, le soluzioni proposte sul mercato sono esempi della cosiddetta casa “chiavi in mani”.

Ciò nonostante molte aziende di *prefab homes* per essere più competitive sul mercato e rispondere meglio alle istanze dei clienti, che chiedono di abitare una casa che sia espressione della propria individualità e allo stesso tempo il risultato di una ricerca formale e di *comfort*, propongono soluzioni flessibili, che, seppur proposte “a catalogo”, possono essere oggetto di tutte le modifiche richieste dalla committenza o anche, in casi particolari, eseguite su disegno proposto dal cliente. A tal fine, le aziende di maggior rilievo lavorano con una *equipe* di architetti pronti a far fronte alle eventuali richieste di personalizzare in parte o del tutto l'edificio proposto.

La domanda di realizzazioni “su misura” determina la necessità, da parte dell'impresa, di realizzare sistemi costruttivi flessibili, composti da elementi adattabili a diverse situazioni e assemblabili con differenti sub-sistemi di completamento; l'esigenza di personalizzare il prodotto finale diviene, inoltre, uno stimolo per sviluppare nuove soluzioni e sperimentare nuovi elementi tecnici. La prefabbricazione, in tali casi, non è più sinonimo di standardizzazione, ma rappresenta una soluzione tecnica che amplia le performance del prodotto, ottimizza i tempi di esecuzione, garantisce costi certi e prestazioni certificate. La richiesta crescente di manufatti personalizzati diviene, quindi, il motore della produzione di nuovi componenti industriali dalle caratteristiche tecniche, strutturali ed estetiche differenti che ampliano l'offerta delle aziende di prefabbricazione edilizia, determinando una doppia innovazione: di prodotto o di processo.

L'atto di innovare, cioè di introdurre nuovi sistemi, nuovi ordinamenti, nuovi metodi di produzione¹⁰⁵, può riguardare, infatti, sia un prodotto che un processo: nel primo caso il risultato

¹⁰⁵ Dalla voce Innovazione in *Lessico Universale Italiano*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana fondato da Giovanni Treccani, Roma, 1972

dell'innovazione riguarda gli oggetti materiali; nel secondo caso, la modalità di svolgimento di determinate operazioni e gli aspetti organizzativi e procedurali.

L'innovazione, frutto della sperimentazione industriale, diviene quindi una risorsa che offre nuovi orizzonti al progetto di architettura e, nel caso specifico, permette di cogliere le opportunità offerte ad esso dalla prefabbricazione edilizia.

Va sottolineato che uscire dagli schemi di una proposta precostituita, come quella delle case "chiavi in mano", permette di coniugare esigenze di diversa natura da quelle architettoniche all'esigenza di integrazione tra struttura e sistemi impiantistici.

La personalizzazione della casa può essere mirata, come spesso accade, alla soddisfazione del gusto estetico del committente, attento ad ogni elemento del progetto: dalla morfologia del manufatto alla conformazione delle facciate, dalla distribuzione degli spazi interni ai materiali di rivestimento, ma anche e soprattutto a rispondere alla domanda, imposta dalla normativa o, in alcuni casi, dalla sensibilità dell'utente stesso, di risparmio energetico e di prestazioni tecniche che mirino a ridurre gli impatti sulla salute e sull'ambiente.

Indipendentemente dalle aziende produttrici di *prefab homes*, molti sono gli architetti che utilizzano sistemi prefabbricati per la realizzazione dei loro progetti. Tali sistemi rappresentano, in questi casi, solo una tecnica di cui si serve il progettista per meglio controllare l'intero processo costruttivo. Un progetto che ben utilizza i sistemi prefabbricati e che riesce ad esprimere a pieno la volontà dell'architetto di concepire un'opera realmente originale. In totale equilibrio con il contesto nel quale si inserisce è la *Fennell Residence* (fig.44), in riva al fiume Willamette (Oregon), dell'architetto organico Robert Harvey Oshatz, che afferma "*credo che ogni casa racchiuda un senso di poesia in essa, così, ciò che volevo fare era progettare una casa che riflettesse la poesia del movimento delle onde del fiume.*"¹⁰⁶



Figura 44. Fennell Residence: prospetti laterali e interni

¹⁰⁶ Dall'articolo di Raffaella Balestrieri *Sull'onda della tranquillità* in *Ville e Case prefabbricate*, n. 13, Di Baio Editore

2.3 La casa-kit

L'offerta di case prefabbricate mono e bifamiliari, dalla villetta al piccolo fabbricato, vendute "su catalogo" anche via web, è in costante crescita sul mercato internazionale e anche, seppur in misura minore, su quello nazionale. La proposta è varia e i numerosi modelli hanno caratteristiche tecniche ben studiate che, nei casi migliori, presentano anche soluzioni di design e tecnologie all'avanguardia, rispetto ai temi della sostenibilità e del risparmio energetico.

Case progettate e costruite per rispondere all'idea lecorbusierana della *machine à habiter*, alla stregua di un qualsiasi bene di consumo sono vendute in *kit*, completo d'istruzioni per il montaggio, nel caso sia l'acquirente e una squadra di operai (anche non specializzati) da lui scelta ad occuparsi della fase di costruzione, come previsto da Walter Gropius già nel 1926 con riferimento alla Germania "...l'85% delle abitazioni è costituito da piccole unità. Alle persone che vi abitano non viene più in mente oggi di farsi fare le scarpe su misura, ma acquistano un prodotto finito che, grazie a perfezionati metodi di fabbricazione, può soddisfare le più ampie esigenze individuali. Sono convinto che la generazione futura si procurerà l'alloggio allo stesso modo..."¹⁰⁷

Rispettose delle normative in materia antincendio, di isolamento termico e acustico, spesso dotate di pannelli fotovoltaici, solare termico, impianti di riciclo delle acque, queste abitazioni sono complete di tutti gli impianti, pavimenti, porte, finestre e a volte anche di arredi, e, nella maggior parte dei casi, sono realizzate in legno.

I vantaggi di un "prodotto casa" comprato "su catalogo" sono indubbiamente riconoscibili nella mancanza di imprevisti, tra cui, a differenza delle costruzioni tradizionali, le varianti in corso d'opera, la "casa chiavi in mano" (fig.45) non ammette alcun cambiamento, il committente sin dall'acquisto ha chiari costi, tempi di costruzione, spesso ridotti anche a poche settimane, e ogni dettaglio relativo al progetto, agli impianti, ai consumi. D'altro canto porta con sé numerosi svantaggi legati, non alle sue *performance*, ma agli aspetti architettonici e al rapporto edificio-contesto. Infatti, sia dal punto di vista morfologico che estetico, molte di queste case presentano soluzioni semplici, comuni, stereotipate, in cui una maggiore ricerca formale è sacrificata a favore di facilità di montaggio e prestazioni tecniche monitorabili sia a monte che a valle del processo. Ed ecco che si ripete, con varianti più o meno differenti, a seconda dell'azienda, la casa "modello scatola" o quella "modello baita", tipica del Nord Europa.

¹⁰⁷ Quanto scritto, nel 1926, in tema di produzione in serie e industrializzazione edilizia, dallo stesso Walter Gropius sulle pagine di "Das neue Frankfurt", la rivista fondata da Ernst May.



Figura 45. Esempi di “case chiavi in mano”

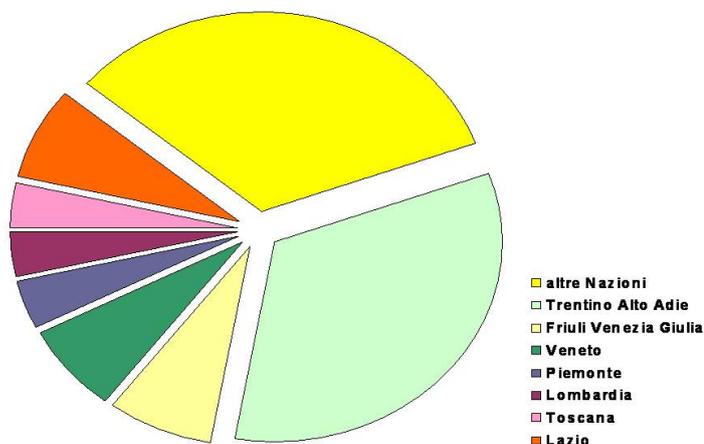
Tali soluzioni non mostrano, quindi, alcuna capacità di interpretare né comunicare con il luogo che le ospita. Totalmente avulse dal contesto, le case “chiavi in mano”, vendute nello stesso modello, senza sostanziali differenze, in qualsiasi parte del mondo, sono prive di un disegno bioclimatico o di attenzione per le eventuali emergenze paesaggistiche o architettoniche del sito nel quale sono inserite. Come per un qualsiasi oggetto prodotto in serie, espressione di standardizzazione e uniformità, ad esse va attribuito il forte limite di non essere il risultato di una ricerca sviluppata sui bisogni del singolo utente, ma di rispondere alle necessità di un campione di mercato. Va sottolineato, a mio parere, un ulteriore pericolo che, nei decenni a venire, potrebbe prospettarsi: le case oggetto di tali offerte sono indubbiamente competitive dal punto di vista economico e si presentano particolarmente vantaggiose per la classe d’utenza medio-bassa; ciò potrebbe dar vita ad un nuovo tipo di omologazione sociale, dal momento che tali abitazioni finirebbero per divenire il “simbolo” di determinate parti della popolazione che, seppur in luoghi dell’emisfero completamente diversi, con istanze storico-culturali differenti, si ritroverebbero a vivere nella stessa identica casa dalla Tunisia alla Germania, dal Canada al Giappone.

Si riporta di seguito un breve elenco di aziende produttrici di prefab homes

| AZIENDE | LOCALIZZAZIONE | TIPO DI PRODOTTO |
|---|---|--|
| LE VILLE PLUS www.levilleplus.it | UDINE ITALIA (Friuli Venezia Giulia) | Casa "su misura" in legno - sistema costruttivo brevettato HomePlus - sistema brevettato Zero Energy che rende la casa energeticamente autosufficiente |
| GRIFFNERHAUS www.griffnerhaus.com | Fagagna- UDINE ITALIA (Friuli Venezia Giulia) | Casa "su misura" a basso consumo energetico o passive - ha sviluppato la parete esterna Energy-Plus per una migliore coibentazione termica dell'edificio |
| HAUS-RUBNER www.haus.rubner.com | Chiencs-BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Casa in legno "su misura" - certificate casa clima, classe A, B o C |
| BALKEN www.balken.it | Bressanone- BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Edifici e tetti in legno, case "su misura" – certificato casa clima |
| RETREATHOMES www.retreathomes.co.uk | Londra GRAN BRETAGNA | Casa "su misura" |
| PAGANO www.pagano.it | Roma ITALIA (Lazio) | Casa in legno "su misura" |
| HAAS-GROUP www.haas-group.com www.haas-fertigbau.it | Ora- BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Casa "chiavi in mano" - sistema parete Thermo-Protect-System |
| EDILOGICA | Padova ITALIA (Veneto) | Casa ecologiche "chiavi in mano" |
| WOLFHAUS www.wolfhaus.it | Campo di Trens- BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Casa "su misura" a basso consumo energetico |
| IKEA www.ikea.it | SVEZIA | Casa "chiavi in mano" |

| AZIENDE | LOCALIZZAZIONE | TIPO DI PRODOTTO |
|--|---|---|
| LIBELLA www.libella.it | BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) con sede anche in Germania | Casa "chiavi in mano" a basso consumo energetico (consumano meno di 3 litri di combustibile per mq) |
| DOMUSPROGRESS www.domusprogress.com | ROMA ITALIA (Lazio) | Casa "chiavi in mano" in legno |
| KLH www.klh.at | AUSTRIA | Casa "su misura" in legno – pannelli multistrato KLH massiv |
| SCHWOERER HAUS www.schwocer.de | Oberstetten GERMANIA | Casa "su misura" a basso consumo energetico dalla casa 3 litri a quella passiva |

| AZIENDE | LOCALIZZAZIONE | TIPO DI PRODOTTO |
|---|--|---|
| SWEET HOME HOLZHAUS BY DANSK KONCEPT HUSE | Handewitt DANIMARCA | Case "su misura" |
| HOLZER www.holzer.it | Silandro-BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Case "su misura" in legno - brevetto sistema modulare Steko (mattoni prefabbricati in legno) |
| ECOCASE www.ecocase.it | Tiene - Schio - VICENZA ITALIA (Veneto) | Case in legno "chiavi in mano" con consumi pari a 5 litri di gasolio al mq all'anno |
| BONELLI www.bonellispa.com | Savigliano - CUNEO ITALIA (Piemonte) | Case "chiavi in mano" in legno e Pls, un materiale ecologico brevettato dall'azienda, ottenuto da un processo di mineralizzazione del legno |
| HAUSIDEA www.hausidea.it | Merano-BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Case «chiavi in mano» |
| XILEMA www.xilema.ch | Bedano SVIZZERA BRESCIA ITALIA (Lombardia) | Case in legno "su misura" certificate Minergie |
| WIGO-HAUS www.wigo-haus.it | Klagenfurt AUSTRIA Con sedi anche in Italia | Case "su misura" in legno |
| SUEDTIROLHAUS www.suedtirolhaus.com | Nova Ponente-BOLZANO ITALIA (Trentino Alto Adige) | Case "su misura" in legno certificate CasaClima, classe A o B |
| VARIOHAUS www.variohaus.it | Wiener Neustadt AUSTRIA | Case "chiavi in mano" in legno a basso consumo energetico (possono essere costruite anche in base agli standards della passivhaus) |
| RENSCH-HAUS www.rensch-haus.com | Aziende in GERMANIA- SVIZZERA- ITALIA | Case "su misura" a basso consumo energetico (comprensive di riscaldamento a pallet, impianto fotovoltaico, impianto per il recupero dell'acqua piovana) |



2.4 Il mercato della *prefab home*: l'influenza delle politiche aziendali sulla sperimentazione

Il settore delle costruzioni può definirsi un generalmente arretrato dal momento che, come afferma Nicola Sinopoli (2002), l'innovazione non nasce autonomamente. Tuttavia tale realtà, negli ultimi anni, è soggetta, seppur lentamente, ad un cambiamento, grazie agli investimenti in questo campo da parte di grandi gruppi industriali, capaci di influenzare il mercato e so-

prattutto di puntare, attraverso la ricerca e la sperimentazione, ad un'offerta di alta qualità; sottolinea infatti Mario Losasso (1991) che *“se un settore è in crescita, avvengono sollecitazioni a produrre innovazioni, così come l'indagine di mercato indirizza la ricerca in una direzione piuttosto che in un'altra.”*

Le *holding* che operano nel settore della *prefab home*, prevalentemente guidate da forti interessi economici, comprendono le potenzialità di questo settore, che ha le capacità di rispondere, non solo alle esigenze di benessere e *comfort*, ma soprattutto al desiderio dell'acquirente di controllare, sin dalla proposta d'acquisto, i costi-benefici relativi a costruzione, consumi, risparmio di risorse, impatti.

Le aziende sono capaci di programmare e controllare, grazie ad uno staff di tecnici specializzati (architetti, ingegneri), l'intero processo edilizio dalla progettazione fino all'esercizio e alla manutenzione dell'edificio e alla sua demolizione, offrendo al proprio cliente un'assistenza totale che include la personalizzazione della proposta progettuale, la gestione della documentazione tecnica e di quella relativa ad eventuali finanziamenti economici e, in casi particolari, la scelta e l'acquisto dell'appezzamento di terreno sul quale edificare.

Da non sottovalutare il problema del risparmio energetico, tema di cocente attualità, che vede sempre più informato ed esigente il committente e che tra le imprese, in prima linea nella ricerca di soluzioni tecnologiche capaci di offrire case a consumi ridotti in classe A, B o perfino completamente autonome, diviene un elemento di forte competizione sul mercato della *prefab home*. La necessità di rispondere ad una domanda non determinata unicamente dai costi e dai tempi, sempre più ridotti, ma anche dalle tematiche ambientali, dall'uso di materiali e tecniche ecosostenibili, diviene il motore della sperimentazione di sistemi innovativi. Sono, infatti, le aziende a supportare gli enti di ricerca e gli istituti universitari con investimenti mirati a nuove soluzioni, capaci di offrire all'utenza prodotti dalle maggiori *performance*.

Il mondo della produzione ascolta l'utente e ne guida le scelte: sviluppa soluzioni interessanti per il risparmio energetico, mostra attenzione al design, ai consumi, alla domotica, cura gli aspetti formali e spaziali dell'abitazione, nei casi migliori coniuga nel progetto alta tecnologia e architettura, accoglie le istanze di flessibilità dovute ai frenetici ritmi e ai costanti cambiamenti della vita moderna. Come afferma Andrea Campioli (1998), infatti, *“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, basati 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. Inoltre, il fatto di rendere indipendenti tra loro i diversi sub sistemi che compongono l'edificio in quanto sistema (Lampignano, 1983-1984), consente soluzioni tecniche in grado di corrispondere a una diversa concezione dei rapporti spaziali nell'architettura."¹⁰⁸

2.5 Le motivazioni di una scarsa diffusione in Italia

In Italia circa un terzo delle abitazioni sono rappresentate da case unifamiliari, dato desunto dai valori Istat¹⁰⁹ (fig. 46) in tema di richiesta di permessi di costruire per nuove abitazioni. Da tali valori si evince che nei Comuni Capoluogo al di sotto dei 200.000 abitanti e più in generale in quelli non Capoluogo gli edifici di tipo mono-familiare superano quelli pluripiano e in particolar modo nelle Regioni del Meridione (fig.46) tale richiesta appare maggiore rispetto a quella delle Regioni del Nord, nelle quali, seppur a rilento, nell'ultimo decennio sono stati utilizzati sistemi costruttivi prefabbricati per la realizzazione di abitazioni per lo più mono o bifamiliari. Esempio la Rubner Haus, azienda produttrice di case prefabbricate, che in Friuli e Trentino Alto Adige vende 250/280 abitazioni all'anno¹¹⁰.

In merito al tema della *prefab home* in Italia Paolo Bortolotti, presidente di Assolegno (Associazione nazionale industrie prime lavorazioni e costruzioni in legno) sostiene, considerando il *trand* in crescita, che entro il 2010 le case prefabbricate in legno da 1000 passeranno a 15000¹¹¹.

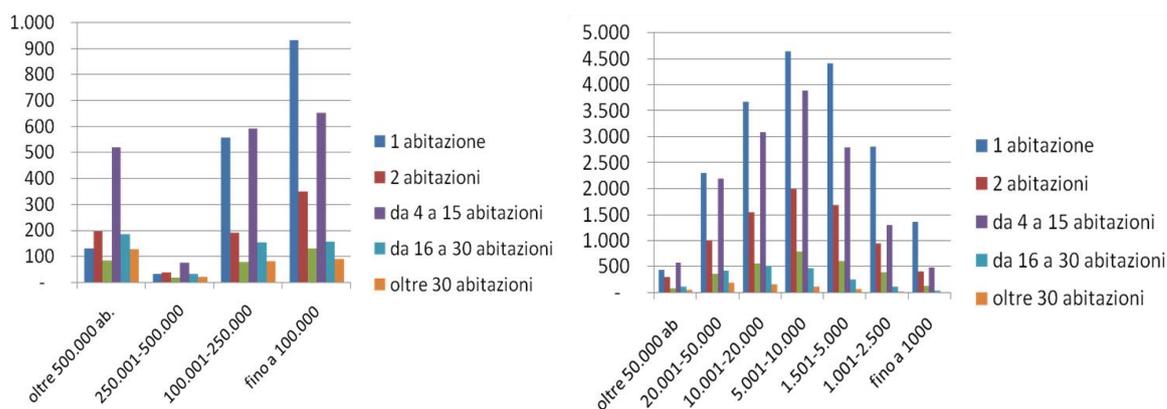


Figura 47. Nei grafici la richiesta di permessi di costruire presentati per l'edificazione di nuove abitazioni a destra nei Comuni Capoluogo, a sinistra in quelli non capoluogo (dati desunti dai valori Istat del 2006)

¹⁰⁸ Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire*, Angeli, Milano, 1988, pg. 71

¹⁰⁹ Dati del 2006 da www.istat.it

¹¹⁰ F.Capozzi, *Casa dolce casa...di legno*, in <Casa Energia>, marzo/aprile 2007, pgg. 9-26

¹¹¹ *Ibidem* nota precedente

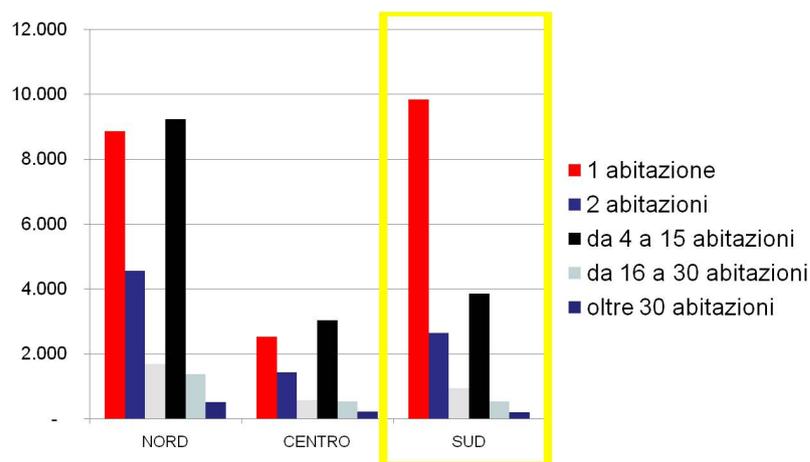


Figura 46. Nel grafico la richiesta di permessi di costruire presentati per l'edificazione di nuove abitazioni nelle Regioni del Nord, del Centro e del Sud. (dati desunti dai valori Istat del 2006)

Va sottolineato che nel nostro Paese per tutto il Novecento “l’abitazione unifamiliare è stata lo strumento sociale più potente di rappresentazione dei nuovi status”¹¹² e che anche se la richiesta di edifici unifamiliari è ancora molto alta, attorno al 40% circa (di cui il 60% al Sud), l’offerta in termini di case prefabbricate si presenta a tutt’oggi insufficiente, prevalentemente per motivazioni di tipo culturale. La casa, infatti, in quanto prodotto collettivo, in cui si proiettano forme e strutture mentali e sociali, è soggetta al peso di una tradizione costruttiva legata al mattone nella quale il termine “prefabbricato” continua ad essere, erroneamente, associato ai concetti di: *container*, provvisorietà, precarietà, emergenza, economicità, mediocrità, omologazione, standardizzazione.

Pregiudizi, preconcetti dovuti anche, soprattutto, ai fallimenti delle esperienze passate, quando l’utilizzo della prefabbricazione ha determinato edifici privi di qualità architettonica e di comfort, luoghi di emarginazione sociale e degrado; ne sono esempio i quartieri popolari costruiti successivamente al terremoto dell’Ottanta. (fig.47)

In conclusione potremmo osservare che i fenomeni socio-culturali “influenzano le modalità insediative e persino la tecnologia costruttiva. Infatti c’è un’indubbia associazione, quantomeno nella nostra cultura, tra l’immagine di <tecnologia leggera> (legno, plastica, ecc.) e l’immagine di <precarietà> e tra quelle di <tecnologia pesante> (calcestruzzo, laterizio, ecc.) e <fissità>”¹¹³.

¹¹²Caruso A., *Frammenti di città. Il territorio delle case unifamiliari in Costruire in Laterizio*, Novembre/Dicembre 2008 - n. 126, pg.2

¹¹³ Garau G., *La progettazione a <tecnologia aperta>* in Zambelli E. (a cura di), *Sistema edilizio aperto*, Franco Angeli, Milano, 1982, pg.175



Figura 47. Case popolari

Va affrontato quello che già negli anni Sessanta Vittorio Chiaia definiva il “problema” vale a dire l’eventuale influenza negativa che la prefabbricazione potrebbe esercitare sull’architettura, addebitando la difficoltà di affermazione di tale tecnica costruttiva a motivi di natura psicologica: *“l’atteggiamento di resistenza dell’uomo moderno che annette ancora alla sua abitazione un’importanza affettiva maggiore che non ad un’automobile o ad un utensile di lavoro, e sa che la sua vita intima stessa può essere influenzata notevolmente da cambiamenti in questo settore; il vago timore che la necessità di operare per <standards>, la dissociazione tra architetto e cantiere, segnino la fine della libera inventiva dell’artista”*¹¹⁴.

Pochi sono gli esempi di *prefab homes* italiani meritevoli di menzione, ricordiamo gli edifici Heidis e O’Sole Mio progettate dall’architetto Matteo Thun, rispettivamente per le aziende Rubner e GriffnerHaus, due tipologie abitative a basso consumo energetico definite dallo stesso Thun “ecotecture”, architetture che sposano comfort ed energia con attenzione al luogo, alla flessibilità, alla durata di vita, all’orientamento, alla forma ed ai materiali. Per entrambi sono stati utilizzati sistemi costruttivi modulari in legno, la progettazione ha previsto uno studio

¹¹⁴ Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pg. 11

bioclimatico al fine di ridurre i consumi e adattare meglio l'edificio al luogo e inoltre una particolare attenzione al design¹¹⁵.

In Vandarno lo studio UdA con l'architetto Davide Volpe ha realizzato Casa Levis, un'abitazione su due livelli collegata ad una cascina preesistente, con grandi vetrate sulla facciata principale con vista sul giardino circostante ed un involucro in legno laminato a protezione delle facciate laterali.

Seppur lentamente, la sperimentazione cerca nuove strade che possono essere indicate anche da un concorso progettuale come ad esempio il Concorso internazionale *LivingBox*¹¹⁶, indetto nel 2006 dal sito di architettura Edilportale e dedicato alle case modulari prefabbricate, a cui parteciparono oltre 2.500 progettisti di tutto il mondo, con più di mille lavori presentati, o anche da Aziende che, per motivazioni di natura prevalentemente commerciale, investono nella ricerca di nuove soluzioni costruttive a basso impatto ambientale, come per la Velux nel prototipo Atika¹¹⁷, realizzata prima a Bilbao e poi, con delle modifiche, rimontata a Roma in meno di un mese¹¹⁸.

*“Il costruire si propone come attività industriale che, oltre a convivere con i problemi di ordine economico e politico, deve essere sorretta da una legittimazione culturale”*¹¹⁹ afferma Andrea Campioli, legittimazione culturale che, insita nel DNA dei Paesi del Nord Europa, del Nord America e che in Italia, a distanza di anni, necessita ancora di preparazione, dibattito, formazione. Se poniamo lo sguardo oltre i confini nazionali, infatti, osserviamo società completamente differenti dalla nostra dove la flessibilità, il cambiamento, è parte integrante dei costumi, del modo di affrontare la vita stessa. La realtà è che la vita è soggetta ovunque ad un cambiamento costante, cambiamento a cui la nostra stessa abitazione dovrebbe necessariamente essere sottoposta: dalla vita da *single*, si passa a quella di coppia, si divorzia o si hanno dei figli, i figli crescono e formano dei propri nuclei familiari, le situazioni che viviamo di volta in volta sono completamente differenti, noi stessi cambiamo, le nostre esigenze o priorità variano, come sarebbe possibile pensare di vivere in uno spazio immutato nel tempo, la nostra casa non è forse l'estensione delle nostre ambizioni, del nostro mondo più intimo?

Non dovremmo essere spaventati dai cambiamenti e soprattutto da quello che è un semplice sistema costruttivo che si pone al servizio delle nostre richieste, istanze personali: *“Opporsi a questo processo di industrializzazione sarebbe oltre che inutile, colpevole. Compito*

¹¹⁵ Per approfondimenti si rimanda alle schede di analisi nel capitolo successivo

¹¹⁶ Per ulteriori informazioni si consulti il sito: www.livingbox.it

¹¹⁷ Come affermato nei paragrafi precedenti, si veda pg. 55

¹¹⁸ Per approfondimenti si rimanda alle schede di analisi nel capitolo successivo

¹¹⁹ *Ibidem* nota 37, pg.17

dell'architetto è accettarlo e qualificarlo, creando un'armonia, una feconda circolarità di esperienze tra arte e industria: non solo perché egli ha sempre, in qualsiasi epoca, il dovere di comprendere e soddisfare le esigenze del suo tempo, ma perché in questo caso, in particolare, si tratta di un processo naturale, che affonda le sue radici in una reale necessità economica e sociale. È infatti congeniale allo spirito dell'architettura moderna tendere alla ricerca di uno standard di alta qualità alla portata di tutti. Talmente importante è giungere alla produzione della migliore casa possibile per tutti al più basso costo, che è inammissibile rifiutare ad una collaborazione metodica per una soluzione del problema."¹²⁰

¹²⁰ Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pgg. 11-12

PREFAB HOME: UNA RASSEGNA DI ESEMPI SIGNIFICATIVI

Forse oggi si devono acquisire delle altre conoscenze, forse si devono porre altri interrogativi, partendo non da ciò che gli altri hanno conosciuto, ma da ciò che hanno ignorato.

Serge Moscovici

Tutto è collegato e la fine serve a provare l'inizio

Cartesio

3.1 Prefab check-list: metodologia di analisi e selezione dei casi studio

La ricerca individua e analizza le esperienze in corso sul tema della casa ecologica prefabbricata, tema che, negli ultimi decenni, ha determinato nuove collaborazioni tra il mondo della progettazione ed il mondo della produzione contribuendo ad alimentare il dibattito sulle potenzialità e i limiti della prefabbricazione edilizia.

Alla luce delle emergenze ambientali che coinvolgono il pianeta terra e determinano numerosi interrogativi rispetto alle problematiche connesse al costruire, le realizzazioni *off-site* appaiono una risposta alla possibilità di ridurre gli impatti, programmare i consumi e reimpiegare le risorse. Una visione così ottimistica rispetto ai *Mmc* (*Modern method of construction*) necessita di un approfondimento sulla reale capacità di relazione tra una *prefab home* e il contesto nel quale si inserisce.

Se, infatti, il monitoraggio e la valutazione di una prestazione energetica o dell'efficienza o meno di una determinata tecnologia si presentano facilmente codificabili, il discorso relativo alla contestualizzazione dell'edificio merita delle riflessioni più ampie che toccano anche aspetti connessi alla cultura, alla storia di un luogo e della popolazione che vi risiede, al clima, alla geografia e paesaggistica del sito e ai materiali e alle risorse disponibili. Presupposto che nel caso delle abitazioni prefabbricate, assume un ruolo determinante, per comprendere se e come queste possano adattarsi a contesti differenti.

Tale considerazione critica è inevitabile, ad esempio, quando si parla delle cosiddette “case chiavi in mano” che, vendute a catalogo, mostrano, spesso, un'incapacità ad integrarsi al contesto nel quale sono inserite, difficoltà evidenziata da carenze architettoniche e dalla mancanza di un progetto bioclimatico.

Al fine di individuare le procedure e le indicazioni progettuali che potessero consentire la contestualizzazione ambientale di una *prefab home*, dopo aver fissato i primi riferimenti stori-

co-normativi sull'argomento, e svolto un'indagine su alcune delle ricerche sul tema, è stato scelto un numero ristretto di edifici, realizzati prevalentemente negli ultimi vent'anni, che meglio di altri possano rappresentare le innovazioni e gli approfondimenti su questo tema.

La selezione delle *prefab homes* è il risultato dello studio della letteratura in materia, dei progetti realizzati da architetti ed enti di ricerca e dell'analisi della produzione di case prefabbricate da parte di aziende del settore, a livello nazionale e internazionale.

L'individuazione di un'ampia gamma di edifici, dalle caratteristiche e prestazioni differenti ha determinato l'inevitabile esclusione di quelli meno interessanti; sono state, infatti, selezionate le costruzioni che, sia per le *energy performance* che per i componenti e sistemi tecnologici impiegati, possono ritenersi particolarmente rappresentative. L'elemento principale che ha determinato la preferenza di un progetto rispetto ad altri è il carattere sperimentale dell'opera, dal momento che i casi studio sono da considerarsi casi esemplari, all'avanguardia nel campo delle realizzazioni *off-site*.

Tale premessa spiega perché il gran numero delle abitazioni scelte siano dei prototipi, realizzati attraverso un modello scala 1:1, che rendono comprensibili i punti di forza e debolezza del progetto, consentendo di monitorarne le prestazioni e di apportare delle modifiche in un continuo *working in progress*.

La maggior parte delle prevalenti sperimentazioni in questo settore proviene da Paesi nordici, che tradizionalmente operano con sistemi prefabbricati, soprattutto a causa dei climi rigidi cui sono sottoposti, dell'esigenza di tempi ridotti per la costruzione e di una cultura più sensibile rispetto ai temi dell'efficienza energetica e del risparmio delle risorse; per tale motivo, quindi, la nazionalità degli edifici è per lo più anglosassone, tedesca e, volendo estendere la ricerca oltre i confini europei, statunitense.

Nelle abitazioni selezionate si può osservare una maggiore attenzione all'aspetto morfologico e architettonico, pur facendo sempre riferimento a case unifamiliari; infatti, sono frequenti le costruzioni monopiano o su due o tre livelli, con configurazioni spaziali differenti, che in alcuni casi (*Lighthouse, Hanson Eco-House*) ribaltano la tipica distribuzione degli ambienti che vuole il piano-giorno al primo livello e la zona-notte al secondo e al terzo livello.

In particolare sono gli enti di ricerca come il BRE *Innovation Park*¹²¹ o come la Universidad Politecnica de Madrid¹²² che, con l'obiettivo di promuovere la sperimentazione sulle questioni dell'efficienza energetica e della sostenibilità ambientale, con finalità, indubbiamente, non pubblicitarie e commerciali, rispetto a quelle chiaramente di parte delle aziende di settore,

¹²¹ Si rimanda al paragrafo 2.1.2 "Regno Unito: BRE Innovation park – OFF SITE"

¹²² Si rimanda al paragrafo 2.1.3 "Spagna: la casa tra industrializzazione edilizia e disegno bioclimatico"

hanno rappresentato un punto di riferimento scientifico, sottolineando la necessità di una corretta progettazione che si sforzi di coniugare *design* e innovazione.

La ricerca di esempi spagnoli e italiani è stata, inoltre, necessaria, per comprendere quali sono gli orientamenti nel settore della *prefab home* in Nazioni dove la prefabbricazione non ha avuto larga diffusione, per ragioni socio-culturali, tecniche ed economiche, laddove il clima mediterraneo impone un disegno bioclimatico attento in particolar modo alle temperature estive. Sono stati privilegiati inoltre edifici nei quali si potessero effettuare sopralluoghi mediante viaggi studio in Gran Bretagna, Germania e Spagna, e per i quali fosse possibile il reperimento di materiale informativo.

Attraverso lo studio di queste abitazioni effettuato con una dettagliata scheda d'analisi¹²³, è stato possibile conoscere gli elementi base del progetto di un edificio che impiega le moderne tecniche di costruzione fuori opera (*Modern method of construction, Mmc*), e come esso risponda alle caratteristiche e alle esigenze della realtà in cui si inserisce, da questa indagine è scaturito un quadro completo, attraverso il quale è possibile valutare gli aspetti critici delle costruzioni *off-site*, ma soprattutto si possano individuare quegli elementi significativi sia a livello morfologico che tecnologico che, soggetti a minori vincoli, potrebbero essere trasposti in progetti ipotizzabili in contesti dai differenti caratteri.

La selezione e l'analisi delle *prefab homes* in questione parte, quindi, dalla volontà di approfondire la riflessione su alcuni punti nodali:

- ✦ valutare se due realtà, apparentemente inconiugabili, quali la prefabbricazione e l'architettura bioecologica, possano convivere garantendo qualità architettonica e ambientale;
- ✦ comprendere quali elementi del costruire *off-site* possano rappresentare delle invarianti rispetto alle diverse dislocazioni geografiche;
- ✦ individuare soluzioni progettuali che integrino variabili (contesto) ed invariabili (elementi *off-site*), al fine di ottenere un risultato significativo per la sostenibilità ambientale.

La ricerca vorrebbe proporre, infatti, suggerimenti e soluzioni anche dal punto di vista morfologico, in quanto sin dall'analisi dello stato dell'arte, svolta nei capitoli precedenti, si evince che, la maggior parte degli edifici, presenta configurazioni "rigide", volumi simili, di diverse dimensioni carenti dal punto di vista della qualità architettonica.

L'aspetto impiantistico e tecnologico si presenta, invece, come la vera anima di queste realizzazioni che, nei migliori casi, si traduce in efficienza energetica e bassissimi consumi. Case

¹²³ Si rimanda al paragrafo 3.3 "La scheda di analisi"

dalle prestazioni certificate possono, quindi, divenire un esempio, una base per lo studio e la progettazione di edifici commisurati ai nostri climi, punto di partenza per le ricerche e le sperimentazioni di *prefab home* nell'area del Mediterraneo.

3.2 La scheda di analisi

La costruzione di un edificio richiede una progettazione attenta che consideri numerose variabili, tra le quali: lo spostamento di ingenti quantità di materiali, energia e risorse naturali; l'integrazione con il paesaggio preesistente; le abitudini della gente del luogo, della sua storia, delle sue necessità; l'esigenza di un intorno ambientale che accolga i suoi rifiuti, li trasformi e se possibile li recuperi. Inoltre, quando ne viene decisa la rimozione, in tutto o in parte, è necessario che le parti possano essere reinserite nell'ambiente naturale o essere immediatamente recuperate e/o riutilizzate.

Un edificio corretto dal punto di vista della ecosostenibilità interagisce in modo positivo con il luogo nel quale si inserisce e quindi non lo degrada e non lo impoverisce: sfrutta al meglio le risorse energetiche locali (attraverso la progettazione bioclimatica), usa materiali tendenzialmente rinnovabili e possibilmente di provenienza locale, modifica il meno possibile la distribuzione delle acque superficiali, interagisce positivamente con il suo contesto paesistico e sociale.

L'obiettivo delle schede di analisi è appunto comprendere se e come le *prefab homes* selezionate rispondono ai criteri della progettazione ecosostenibile e soprattutto la capacità di esse di relazionarsi o meno con contesti differenti, come ci ricorda Vitruvio “...*Lo stile degli edifici dovrebbe essere diverso in Egitto e in Spagna, nel Ponto e a Roma e nei paesi e nelle regioni di diversa natura. Perché in una parte la terra è oppressa dal sole, in un'altra parte la terra è troppo lontana da esso, in un'altra ancora è ad una distanza moderata.*”

Al fine di svolgere un'analisi approfondita degli edifici la scheda si divide in tre parti che esaminano rispettivamente: gli aspetti tecnologici, la rispondenza alle classi o sottoclassi di esigenza e le *performance* energetiche.

Partendo da una breve descrizione del progetto, che fornisce i primi dati relativi all'abitazione, è possibile, come da schema A, redigere una sorta di documento di identificazione, nel quale, oltre alle informazioni di base, si evincono anche *tempi e costi di costruzione* (di rilievo nel caso di una costruzione prefabbricata) e l'ulteriore specificazione del *tipo di casa prefabbricata*.

Va sottolineato infatti che le *prefab homes* possono essere classificate suddividendole in due ambiti: le prime realizzate “su progetto”¹²⁴ e le seconde comunemente definite “chiavi in mano” o “a catalogo”¹²⁵.

| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | |
| ubicazione | |
| progettisti | |
| committente/proprietario | |
| impresa costruttrice | |
| data di realizzazione | |
| tempi di costruzione | |
| costi di costruzione | |
| superficie | |
| tipologia | |
| tipo di casa prefabbricata | |

Schema A

Considerando le finalità dell’analisi che si intende svolgere volta a comprendere la reale integrazione tra l’edificio prefabbricato ed il contesto nel quale si inserisce, appare indispensabile

Procedimento costruttivo

(artigianale)

*artigianale evoluto*¹²⁶

*industrializzato*¹²⁷

Possibile datazione (sistema costruttivo)

XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

*industrializzato o per componenti*¹²⁸

*mista*¹²⁹

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione¹³⁰

alto

medio

basso

Grado di innovazione¹³¹

alto

medio

basso

Tipologia strutturale *system building*

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Schema B

¹²⁴ Per approfondimenti si rimanda al paragrafo 2.2 “La casa prefabbricata “su misura” e “su progetto”

¹²⁵ Per approfondimenti si rimanda al paragrafo 2.3 “La casa-kit”

¹²⁶ “I procedimenti artigianali evoluti utilizzano materiali diversi, prodotti industrializzati e artigianali e più sistemi costruttivi in cui convivono operazioni manuali in umido e di montaggio a secco e una significativa presenza di macchine di cantiere” in Capasso A., *Costruire per abitare*, Aracne, Roma, 2006, pg. 132

¹²⁷ “I procedimenti industrializzati utilizzano materiali e prodotti industrializzati diversi e sistemi costruttivi eterogenei, in un quadro di organizzazione di cantiere in cui prevalgono le operazioni di montaggio a secco, con l’impiego di sistemi meccanici ed elettronici automatizzati e quindi con la presenza di operatori specializzati” in Capasso A., *Costruire per abitare*, Aracne, Roma, 2006, pg. 132

¹²⁸ “Le tecniche costruttive industrializzate o per componenti sono caratterizzate dall’assemblaggio di componenti prefabbricati realizzati industrialmente e montati in opera. Possono essere di vari materiali: dal legno all’acciaio, dall’alluminio ai composti” in Capasso A., *Costruire per abitare*, Aracne, Roma, 2006, pg. 136

¹²⁹ Le tecniche costruttive miste utilizzano semicomponenti, componenti e sistemi di componenti integrati da vari materiali (legno, metallo, lapidei, laterizio), tecniche e forme. Questi prodotti vengono utilizzati sia come elementi strutturali, sia come elementi di completamento. Capasso A., *Costruire per abitare*, Aracne, Roma, 2006, pg. 137

¹³⁰ Si intende stabilire il livello complessivo di procedimenti industrializzati utilizzati per realizzare l’edificio.

¹³¹ “Innovare significa introdurre in un determinato contesto soluzioni, sistemi e criteri nuovi” (N.Sinopli, 2002). Si valuta quindi la capacità dell’edificio di introdurre (attraverso un materiale, un componente, un sistema, una tecnica, una lavorazione, un processo) una innovazione nel settore costruttivo.

individuare la zona climatica e alcune caratteristiche del luogo nel quale esso viene costruito. Gli aspetti tecnologici sono analizzati partendo innanzitutto dalla descrizione del sistema costruttivo e della tipologia di industrializzazione impiegata (come da schema B), approfondendo anche alcuni aspetti della prefabbricazione a volte trascurati come il tipo di procedimento costruttivo, la sua possibile datazione e il livello di industrializzazione e di innovazione introdotti nell'edificio.

Alla descrizione della *prefab home*, nella quale sono riportati i disegni significativi segue la scomposizione del sistema tecnologico (norma UNI 8290 del 1981) come segue

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | |
| | struttura di elevazione | |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | |
| | chiusura verticale | |
| | chiusura superiore | |
| partizione interna | partizione interna verticale | |
| | partizione interna orizzontale | |

con l'ulteriore specifica del tipo di involucro, come da schema C.

| Involucro <i>building envelopes</i> | | |
|--|---|--------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Schema C

Quando si affronta il tema della prefabbricazione vanno sottolineati inoltre due aspetti: l'assemblaggio (di difficoltà bassa/media/alta) e quello il trasporto (schema D), il primo perché garantisce costi e tempi di costruzione contenuti e soprattutto, nei casi di difficoltà medio-bassa, consente l'utilizzo di operai non specializzati. Per ciò che concerne il trasporto, uno spostamento a lungo raggio, rispetto a quello a breve-medio raggio, determina necessariamente un approfondimento del discorso sui costi economici ed energetici, e un attento esame del rapporto edificio-contesto.

Assemblaggio (*connessioni/giunti*)
 tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto
in loco medio raggio¹³² lungo raggio¹³³

Schema D

La seconda parte di indagine è data dall'esame delle *classi* e di alcune *sottoclassi di esigenza dell'utenza in edilizia*, selezionate rispetto alla norma UNI 8289 del 1981 (tabella I), e di alcuni dei requisiti tecnologici, desunti dalla norma UNI 8290 del 1981 parte II- edilizia residenziale (tabella II). La selezione delle sottoclassi di esigenze e dei requisiti tecnologici è stata dettata dalla impossibilità di recuperare alcuni dati relativi agli edifici, la cui misurazione avrebbe richiesto l'utilizzo di strumentazioni specifiche e l'analisi *in situ* di tutte le opere pre-selte.

TABELLA I - CLASSI DI ESIGENZE UNI 8289 - 1981

| | |
|---|---|
| SICUREZZA STATICA; A URTI; ELETTRICA; ALLE FOLGORAZIONI; AL FUOCO; ALLE MANOVRE; INNOCUITÀ DI FORMA | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE ALLA INCOLUMITÀ DEGLI UTENTI, NONCHÉ ALLA DIFESA DI DANNI IN DIPENDENZA DA FATTORI ACCIDENTALI, NELL'ESERCIZIO DEL SISTEMA EDILIZIO |
| BENESSERE TERMICO; ACUSTICO; LUMINOSO; TATTILE RESPIRATORIO-OLFATTIVO; ANTROPODINAMICO; PSICOLOGICO | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE A STATI DEL SISTEMA EDILIZIO AD ESSERE ADEGUATAMENTE USATO DAGLI UTENTI NELLO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ |
| FRUIBILITÀ ATTREZZABILITÀ; COMODITÀ D'USO E DI MANOVRA; TRANSITABILITÀ; FLESSIBILITÀ | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE ALL'ATTITUDINE DEL SISTEMA EDILIZIO AD ESSERE ADEGUATAMENTE USATO DAGLI UTENTI NELLO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ |
| ASPETTO REGOLARITÀ GEOMETRICA; ATTITUDINE A RICEVERE FINITURE DIVERSIFICATE | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE ALLA FRUIZIONE PERCETTIVA DEL SISTEMA EDILIZIO DA PARTE DEGLI UTENTI |
| GESTIONE MANTENIMENTO DELL'INTEGRITÀ; MANUTENZIONE | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE ALL'ECONOMIA IN ESERCIZIO DEL SISTEMA EDILIZIO |
| INTEGRABILITÀ INTEGRABILITÀ IMPIANTI; COORDINAMENTO DIMENSIONALE; INTEGRABILITÀ FUNZIONALE | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE ALLA FRUIZIONE PERCETTIVA DEL SISTEMA EDILIZIO DA PARTE DEGLI UTENTI |
| SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE CONTROLLO DELL'IMPATTO AMBIENTALE; CONTROLLO DELL'USO DELLE RISORSE | INSIEME DELLE CONDIZIONI RELATIVE AL MANTENIMENTO E MIGLIORAMENTO DEGLI STATI DEI SOVRASISTEMI DI CUI IL SISTEMA EDILIZIO FA PARTE |

Il soddisfacimento delle classi e sottoclassi di esigenza e dei requisiti tecnologici è stato valutato individuando una scala di valori, che comprende tre livelli: alto, medio, basso.

| | |
|--------------|--|
| ALTO | <i>rappresenta una prestazione superiore allo standard e/o alla pratica corrente</i> |
| MEDIO | <i>rappresenta una prestazione rispondente allo standard e/o alla pratica corrente</i> |
| BASSO | <i>rappresenta una prestazione inferiore allo standard e/o alla pratica corrente</i> |

¹³² Si intende nei confini Nazionali

¹³³ Si intende oltre i confini Nazionali

Va sottolineato che, tra le sottoclassi, sono state aggiunte altre voci quali: “integrabilità al contesto”, considerando il termine contesto nelle sue ampie accezioni: climatico, paesaggistico, materico, socio-culturale e soprattutto al fine di comprendere ed esaminare la reale capacità dell’edificio ad adattarsi a contesti diversi. Si è, inoltre, cercato di analizzare anche il linguaggio del progettista valutando se, sia nell’involucro che negli interni della *prefab home*, il contributo del *designer* ha introdotto delle innovazioni. (schema E).

Tra gli innumerevoli requisiti tecnologici sono stati selezionati unicamente: facilità di intervento, riparabilità, sostituibilità, demolibilità, recuperabilità e a essi sono stati aggiunti, facendo riferimento a quanto affermato da Mario Zaffagnini in *Architettura a misura d’uomo* (1994), aggregabilità e correlazioni. Tali requisiti permettono, a mio parere, di analizzare con maggiore chiarezza alcuni dei vantaggi delle tecniche costruttive *off-site* e il grado di flessibilità di cui esse sono portatrici rispetto all’intero *life cycle* dell’edificio.

L’analisi effettuata utilizzando lo schema E consente di valutare il “grado di rispondenza delle prestazioni di un prodotto ai requisiti che ne hanno motivato la concezione, la progettazione, la costruzione e continuano a motivarne l’esistenza”¹³⁴ e attraverso una sintesi completa dei diversi aspetti analizzati giungere ad un giudizio critico sui punti di forza e di debolezza riscontrabili nell’edificio descritto.

Terza ed ultima parte della scheda l’analisi delle *performance* energetiche. Questa fase ha un doppio obiettivo: quello di valutare se la costruzione dell’edificio risponde ai principi della progettazione bioclimatica, e quindi se l’architetto ha svolto una corretta analisi relativa ai dati climatici del contesto, nonché individuare gli elementi del costruire *off-site* che possono, di volta in volta, definirsi variabili o invariabili.

Gli elementi cui si fa riferimento sono componenti o sistemi, tra cui pannelli fotovoltaici, collettori solari, sistemi di schermatura, serre, tetti verdi (come da schema F), dei quali si cerca di comprendere la capacità di influenzare il progetto e la plasticità/flessibilità a relazionarsi e modificarsi in situazioni differenti.

¹³⁴ Definizione tratta dall’intervento del prof. A. Scoccimarro presso l’Istituto Italiano per gli studi Filosofici, Palazzo Serra di Cassano, Napoli, 1993 in Capasso A, *Costruire per Abitare*, Aracne, Roma, 2006, pgg. 110-111

TABELLA III_REQUISITI TECNOLOGICI UNI 8289 -1981

| Requisiti | definizione |
|--|--|
| Affidabilità | Capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la propria qualità nelle normali condizioni d'uso. |
| Anigroscopicità | Attitudine a non subire mutamenti di aspetto e/o morfologia, di dimensione e comportamento in seguito ad assorbimento d'acqua o vapor d'acqua. |
| Asetticità | Attitudine ad impedire l'impianto e lo sviluppo di germi patogeni. |
| Assenza della emissione di odori sgradevoli | Attitudine a non produrre né riemettere odori giudicabili come sgradevoli. |
| Assenza della emissione di sostanze nocive | Attitudine a non produrre o riemettere sostanze tossiche, irritanti o corrosive. |
| Assorbimento acustico | Attitudine di un oggetto a trasformare parte dell'energia di una radiazione sonora, su esso incidente, in altre forme di energia. |
| Assorbimento luminoso | Attitudine di un oggetto a trasformare parte dell'energia di una radiazione luminosa su esso incidente in altre forme di energia. |
| Attitudine all integrazione impiantistica | Possibilità di completare funzionalmente oggetti edilizi non impiantistici con oggetti edilizi impiantistici accostati fissati o incorporati. |
| Attrezzabilità | Attitudine a consentire l'installazione di attrezzature ed arredi. |
| Comodità d'uso e manovra | Attitudine a presentare opportune caratteristiche di funzionalità, di facilità d'uso, di manovrabilità. |
| Controllo del contenuto energetico intrinseco | Contenimento entro determinati livelli della quantità di energia accumulata in un oggetto con riferimento sia alla sua natura sia al suo ciclo produttivo |
| Controllo del fattore solare | Attitudine a consentire un adeguato ingresso di energia termica raggiante attraverso superficie (trasparenti e/o opache) in funzione delle condizioni climatiche. |
| Controllo del flusso luminoso | Attitudine a consentire l'ingresso di energia luminosa |
| Controllo del rumore prodotto | Attitudine a non produrre eccessivo rumore |
| Controllo dell'aggressività dei fluidi | Limitazione del contenuto di sostanze incrostanti, corrosive, irritanti e tossiche nei fluidi |
| Controllo della combustione | Realizzazione e mantenimento di condizioni tali da produrre processi di combustione a massimo rendimento di trasformazione a minima produzione di scorie e sostanze inquinanti |
| Controllo della condensazione interstiziale | Attitudine ad evitare la formazione d'acqua di condensa all'interno degli elementi |
| Controllo della condensazione superficiale | Attitudine ad evitare la formazione di condensa sulla superficie degli elementi |
| Controllo dell'inerzia termica | Attitudine ad attenuare entro opportuni valori l'ampiezza di oscillazione della temperatura e a ritardarne di una opportuna entità l'effetto. |
| Controllo dell'aportata | Attitudine a garantire valori (minimi) di portata dei fluidi circolanti |
| Controllo della pressione di erogazione | Attitudine ad assicurare un'opportuna pressione di emissione ai fluidi |
| Controllo della scabrosità | Attitudine a presentare superficie di irregolarità e ruvidezza adeguata |
| Controllo della temperatura dei fluidi | Possibilità di mantenere la temperatura dei diversi fluidi utilizzati entro opportuni livelli |
| Controllo della temperatura dei fumi | Attitudine ad espellere fumi a temperature adeguate |
| Controllo delle dispersioni | Idoneità ad impedire fughe |
| Controllo delle dispersioni di calore per rinnovo d'aria | Contenimento entro determinati livelli delle perdite di calore per riscaldamento dell'aria esterna di ricambio |
| Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione | Contenimento entro determinati livelli delle perdite di calore per conduzione, convezione, irraggiamento |
| Controllo delle tolleranze | Contenimento entro opportuni livelli degli scostamenti massimi ammissibili tra valore nominale e valore effettivo di una grandezza |
| Degradazione biologica dei liquami | Possibilità di riduzione del carico inquinante dei liquami effluenti da un organismo abitativo prima dell'ingresso nel sistema fognante |
| Efficienza | Capacità costante di rendimento nel funzionamento |

| Requisiti | definizione |
|--------------------------------------|--|
| Facilità di intervento | Possibilità di operare ispezioni, manutenzione e ripristini in modo agevole |
| Idrorepellenza | Attitudine a non essere penetrati da fluidi liquidi |
| Impermeabilità ai fluidi liquidi | Attitudine a non essere permeato da fluidi liquidi |
| Impermeabilità ai fluidi aeriformi | Attitudine a non essere permeato da fluidi gassosi |
| Integrazione | Attitudine alla connessione funzionale e dimensionale |
| Isolamento acustico | Attitudine a fornire un'adeguata resistenza al passaggio dei rumori |
| Isolamento elettrico | Attitudine a fornire un'adeguata resistenza al passaggio di cariche elettriche. |
| Isolamento termico | Attitudine ad assicurare un'opportuna resistenza al passaggio di calore in funzione delle condizioni climatiche |
| Limitazione dei rischi di esplosione | Attitudine a non presentare reazione esplosive |
| Manutenibilità | Possibilità di conformità a condizioni prestabilite entro un dato arco di tempo in cui è compiuta l'azione di manutenzione |
| Pulibilità | Attitudine a consentire la rimozione di sporcizia e sostanze indesiderate |
| Recuperabilità | Attitudine alla riutilizzazione di materiali o di elementi tecnici dopo demolizione e rimozione. |
| Regolabilità | Attitudine a subire variazioni, indotte intenzionalmente da un operatore attraverso dispositivi tecnici, di un valore o di una funzione. |
| Resistenza agli agenti aggressivi | Attitudine a non subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di aggressivi chimici |
| Resistenza agli attacchi biologici | Attitudine a non perdere le prestazioni a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi) |
| Resistenza al fuoco | Attitudine a conservare, entro limiti determinati, per un intervallo di tempo determinato, le prestazioni fornite |
| Resistenza al gelo | Attitudine a non subire disgregazioni e/o mutamenti di dimensione ed aspetto a causa della formazione del ghiaccio |
| Resistenza alle intrusioni | Attitudine ad impedire, con appositi accorgimenti, l'ingresso ad animali nocivi o persone non desiderate |
| Resistenza all'irraggiamento | Attitudine a non subire mutamenti di forma e/o aspetto a causa dell'assorbimento dell'energia raggiante. |
| Resistenza meccanica | Idoneità a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di determinate sollecitazioni |
| Riparabilità | Attitudine a ripristinare l'integrità, la funzionalità e l'efficienza di parti o di oggetti guasti |
| Smaltimento dei gas nocivi | Attitudine ad evacuare (totalmente) gli aeriformi tossici, nocivi, irritanti |
| Sostituibilità | Attitudine a consentire la collocazione di elementi tecnici al posto di altri |
| Stabilità chimico reattiva | Attitudine di un determinato materiale di mantenersi invariato nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche |
| Stabilità morfologica | Attitudine di un elemento tecnico di mantenere invariata nel tempo la sua forma |
| Tenuta all'acqua | Attitudine ad impedire l'ingresso dell'acqua |
| Tenuta agli aeriformi | Attitudine ad impedire l'ingresso d'aria e altri aeriformi |
| Tenuta alla grandine | Attitudine ad impedire l'ingresso di acqua anche in presenza di momentanei ristagni dovuti ad accumuli localizzati di grandine |
| Tenuta alla neve | Attitudine ad evitare l'ingresso d'acqua in seguito ad accumuli anche localizzati in neve |
| Tenuta alle polveri | Attitudine a evitare l'ingresso di polveri |
| Ventilazione | Possibilità di ottenere ricambio d'aria per via naturale o meccanica |

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI 8289 del 1991)

| SICUREZZA | alta | media | bassa |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| statica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (arredi) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (uso) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Integrabilità¹³⁵ al contesto¹³⁶</i> | | | |
| climatico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)</i> | | | |
| | alta | media | bassa |
| facilità di intervento | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹³⁷ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹³⁸ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Linguaggio del progettista/ Design</i> | | | |
| | innovativo | poco innovativo | non innovativo |
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Schema E

¹³⁵ Si definisce integrabile un manufatto capace di inserirsi armonicamente nel contesto circostante, rappresentando un *continuum* sia con l'ambiente naturale che con quello antropizzato-artificiale

¹³⁶ Nel caso specifico dei manufatti schedati, il termine conteso, dal latino *contextus*: <connessione, nesso>, indica la porzione di territorio in cui si inserisce l'edificio, studiata rispetto alle condizioni geo-morfologiche e al complesso delle caratteristiche costruttive dei luoghi, con riferimento, anche, alla cultura materiale degli stessi. Inoltre, l'analisi viene estesa all'ambiente umano e, quindi, allo scenario socio-economico e alle contingenze storico-politiche che identificano un preciso ambito territoriale, quanti vi abitano e le relazioni che si sviluppano.

¹³⁷ riferimento a M. Zaffagnini (a cura di), *Architettura a misura d'uomo*, Pitagora Editrice, Bologna 1994. *Aggregabilità*: Attitudine di uno spazio elementare a essere aggregato con altri spazi elementari o di un elemento tipologico a essere aggregato con altri elementi tipologici secondo determinati modelli di comportamento dell'utenza o secondo le regole che caratterizzano i vari tipi edilizi o, comunque, secondo definite volontà progettuali.

¹³⁸ riferimento a M. Zaffagnini (a cura di), *Architettura a misura d'uomo*, Pitagora Editrice, Bologna 1994. *Correlazioni*: Attitudine di uno spazio elementare a essere posto in relazione con altri spazi elementari o di un elemento tipologico ad essere posto in relazione con altri elementi tipologici secondo determinati modelli di comportamento dell'utenza o secondo le regole che caratterizzano i vari tipi edilizi o, comunque, secondo definite volontà progettuali.

Nell'analisi delle prestazioni: consumi, condizionamento invernale, condizionamento estivo, elettricità, gestione dell'acqua, si mette in evidenza, in particolar modo, le tecnologie passive adottate e le innovazioni di rilievo sperimentate all'interno del progetto, al fine di valutare l'attitudine dell'edificio a conseguire un reale risparmio energetico, nonché di riconoscere quali tecnologie siano "esportabili" in altre esperienze progettuali *prefab*. (schema G)

Quest'ultima analisi mette in luce gli aspetti positivi e quelli negativi della progettazione, orientati, nello specifico, al raggiungimento del massimo soddisfacimento delle *energy performance*.

Le caratteristiche energetico-ambientali oggetto dell'analisi sono desunte dallo studio dei principali metodi di valutazione:

- *metodo EcoHomes (versione del sistema britannico BREEAM applicato alle abitazioni)
- *LEED
- *GBC Tool
- *ITACA

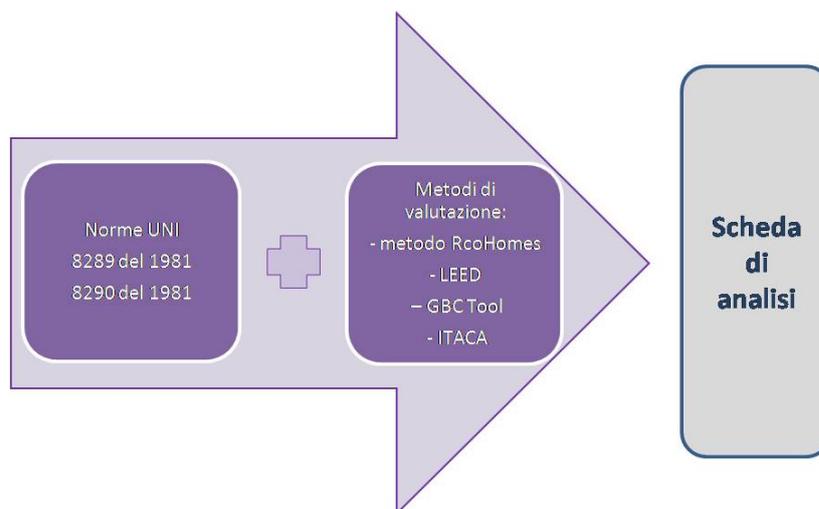


Figura 48. Schema esemplificativo della scheda di analisi

Dall'analisi completa dell'edificio quindi è possibile esaminare sia le componenti costruttive sia le risposte prestazionali, e dedurre quali elementi dovrebbero essere modificati e quali potrebbero essere riproposti in altre realizzazioni.

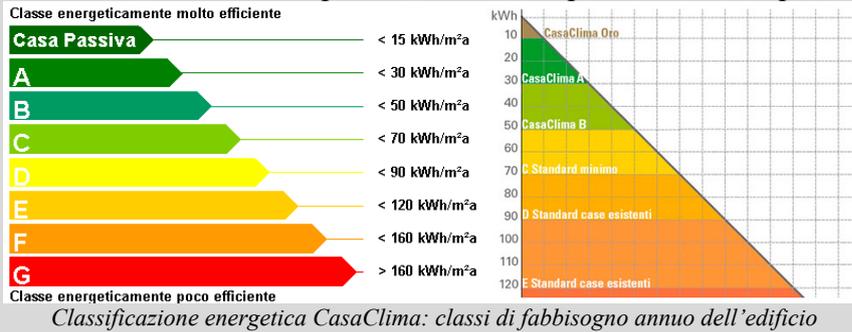
Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|---|----------------------------------|---|--------------------------|---|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> presente nome..... | | |
| <i>(in funzione progettazione bioclimatica)</i> | | | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> |
| | | | | <i>mediocre</i> |
| studio della forma | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> |
| | | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> |
| pannelli fotovoltaici | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Schema F

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente

tipologia

consumi

strategie/tecnologie per il riscaldamento

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente

tipologia

consumi

strategie/tecnologie per il raffrescamento

Elettricità

rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | presente | assente |
|---|--------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:

mq.....litri d'acqua calda prodotta

Schema G

3.3 Case Studies: un'analisi ad ampio spettro

- ✦ *Lighthouse* - Sheppard Robson /Azienda Kingspan (Gran Bretagna)
- ✦ *The Affordable Home* - Azienda Osborne (Gran Bretagna)
- ✦ *Hanson Eco-House* - Azienda Hanson (Gran Bretagna)
- ✦ *The Sigma Home* - Azienda Stewart Milne Group (Gran Bretagna)
- ✦ *Organics* - Azienda EcoTech (Gran Bretagna)
- ✦ *Prototipo RuralZed* - Bill Dunster Architects Zedfactory (Gran Bretagna)
- ✦ *Magic box* - Universidad Politécnica de Madrid (Spagna)
- ✦ *Prototipo* - Fugy (Spagna)
- ✦ *Prototipo R4 House* - Luis De Garrido (Spagna)
- ✦ *Atika* - Azienda Velux (Spagna/Italia)
- ✦ *SMARThouse* - Azienda Mabo Group (Italia)
- ✦ *Heidi* - Matteo Thun/ Azienda Rubner (Italia)
- ✦ *Benhidjed house* - Kaden+Klingbeil Architekten (Germania)
- ✦ *O' Sole Mio* - Matteo Thun/Azienda GriffnerHaus (Germania)
- ✦ *3716 Springfield* - Studio 804 (U.S.A)
- ✦ *E-cube* - Jenesys Buildings Corporation (Canada)

LIGHTHOUSE

Il progetto "Lighthouse", dell'architetto Sheppard Robson e del gruppo ARUP, presentato alla manifestazione fieristica inglese "Offsite 2007", rappresenta il primo prototipo ad applicare le nuove norme del "Code for sustainable homes". Esso raggiunge il "Level 6" marchio di qualità attribuito, secondo il regolamento suddetto, alle abitazioni che raggiungono migliori livelli di efficienza energetica, corrispondente alla classe A stabilita dalla direttiva 2002/91/EC.

Caratteristica la forma che assomiglia a quella dei fienili che punteggiano la campagna inglese.

Tra le note di valore: i materiali il cui impatto sull'ambiente risulta minimo; zero emissioni di anidride carbonica con lo sfruttamento di fonti di energia pulite; un terzo di acqua in meno consumata al giorno grazie a sistemi di raccolta delle precipitazioni e di depurazione.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | LIGHTHOUSE |
| ubicazione | Innovation Park, Watford, Londra |
| progettisti | Sheppard Robson, Arup |
| committente/proprietario | Committente Off-Site /proprietario Kingspan |
| impresa costruttrice | Kingspan |
| data di realizzazione | Giugno 2007 |
| tempi di costruzione | Due mesi |
| costi di costruzione | |
| superficie | 93,3 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima temperato delle medie latitudini

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

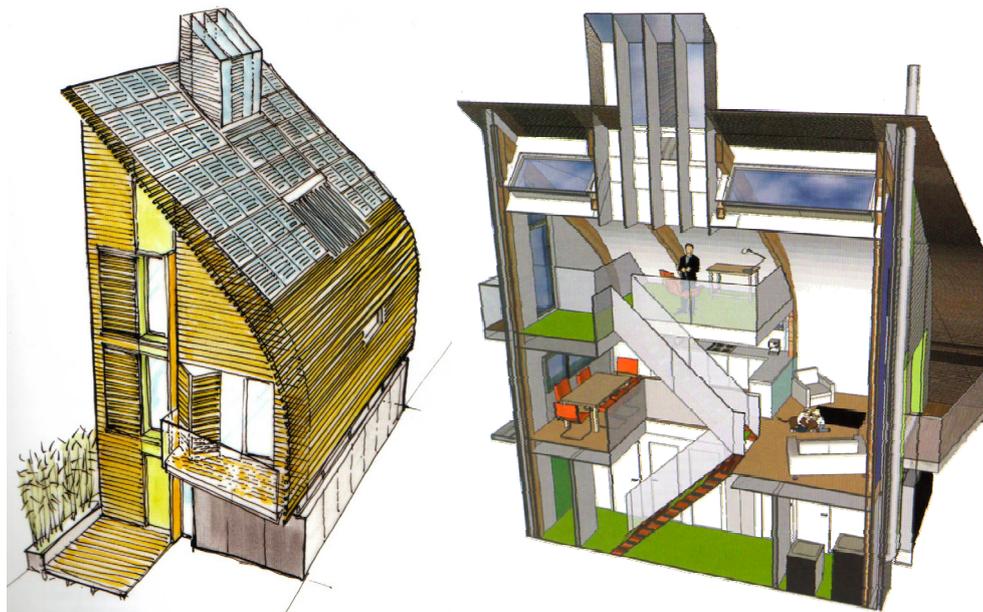
CLIMA TEMPERATO

temperato freddo

temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici technological aspects



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto¹³⁹

industrializzato¹⁴⁰

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti¹⁴¹

mista¹⁴²

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione¹⁴³

alto

medio

basso

Grado di innovazione¹⁴⁴

alto

medio

basso

Tipologia strutturale system building

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Struttura di tipo misto, composta da un telaio in legno e pannelli sandwich portanti – kingspan off-site's tek building sistem: sips (structurally insulated panel based system)

¹³⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

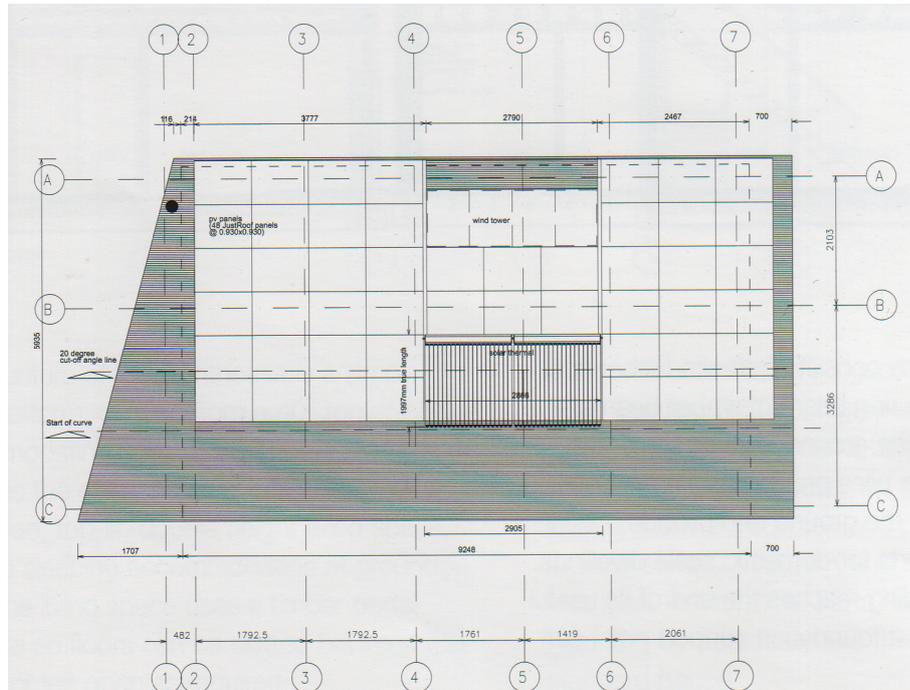
¹⁴³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

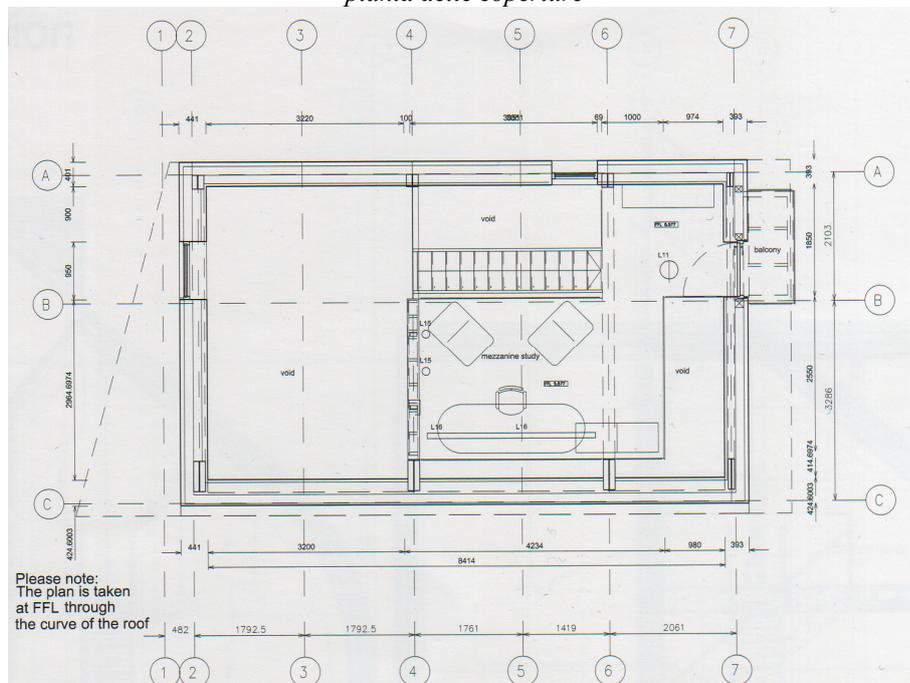
Descrizione progetto- Project description

Light house, presenta una pianta rettangolare, si dispone su due livelli ed è il risultato di una concezione dello spazio abitabile ribaltata rispetto alle soluzioni tradizionali: al piano inferiore, infatti, si ha la zona notte, mentre al piano superiore la zona giorno, molto luminosa grazie alle grandi finestre e ai giochi di riflessi che consentono di sfruttare al meglio la luce naturale.

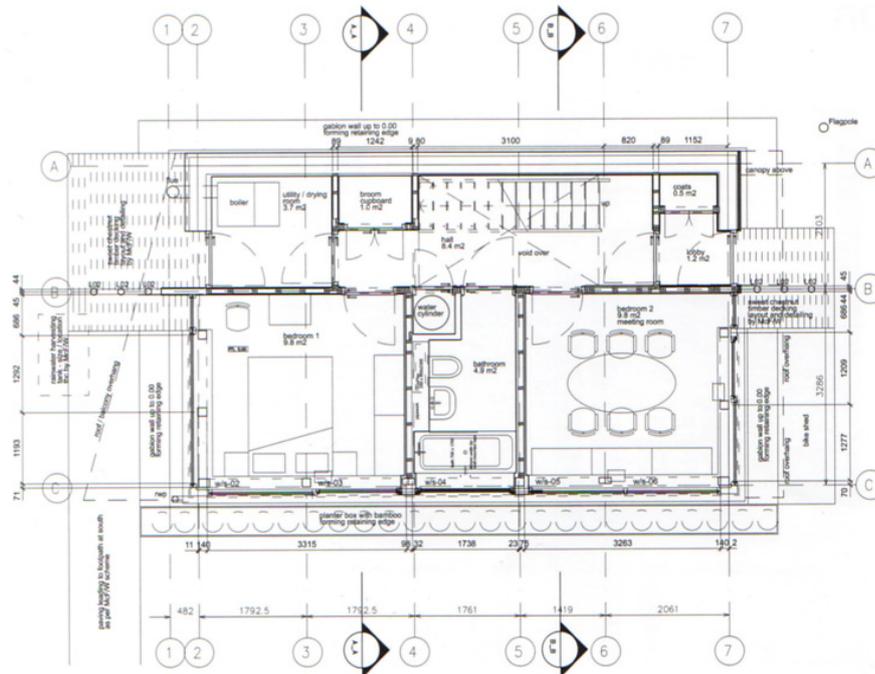
La struttura è composta e rivestita da un doppio strato di pannelli di legno, la cui installazione richiede costi e tempi ridotti, e sprechi minimi di materiale. Questo rivestimento garantisce una dispersione di calore inferiore di due terzi rispetto ai materiali tradizionali, un tipo di isolamento che ottimizza la resa dei sistemi di riscaldamento e di raffreddamento dell'edificio, progettati per sfruttare al massimo gli agenti naturali.



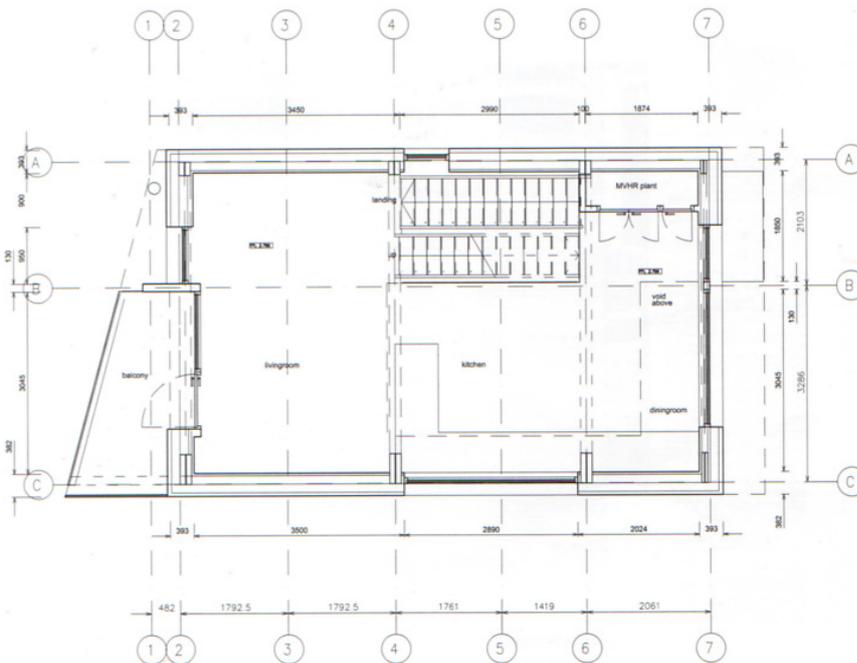
pianta delle coperture



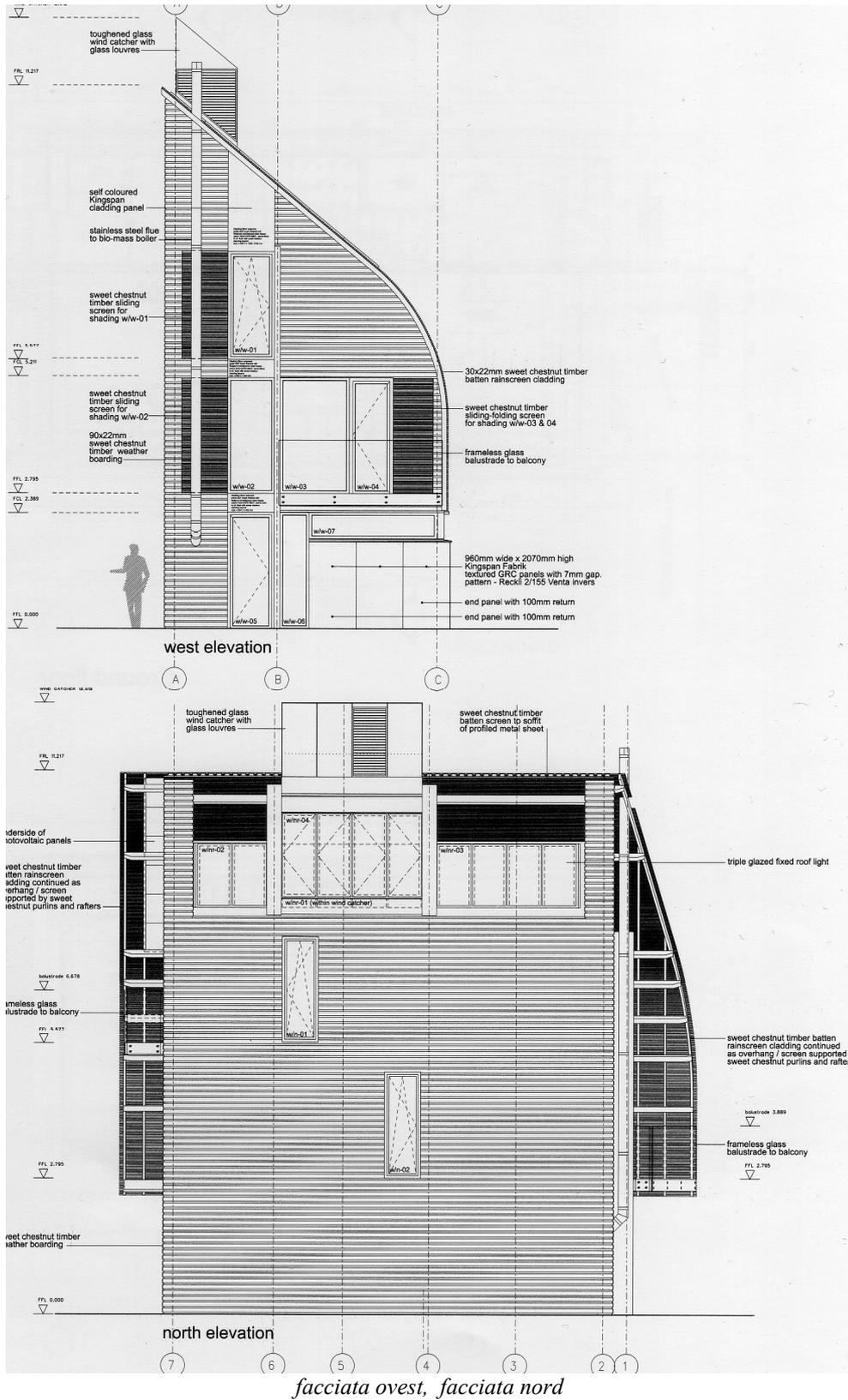
pianta terzo piano

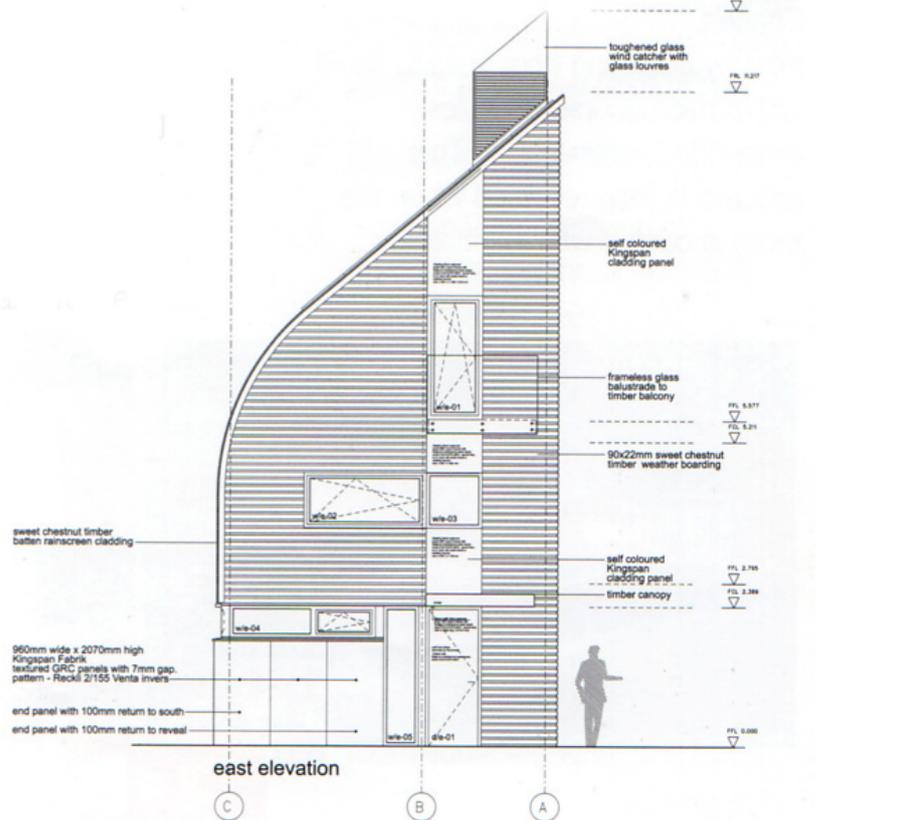
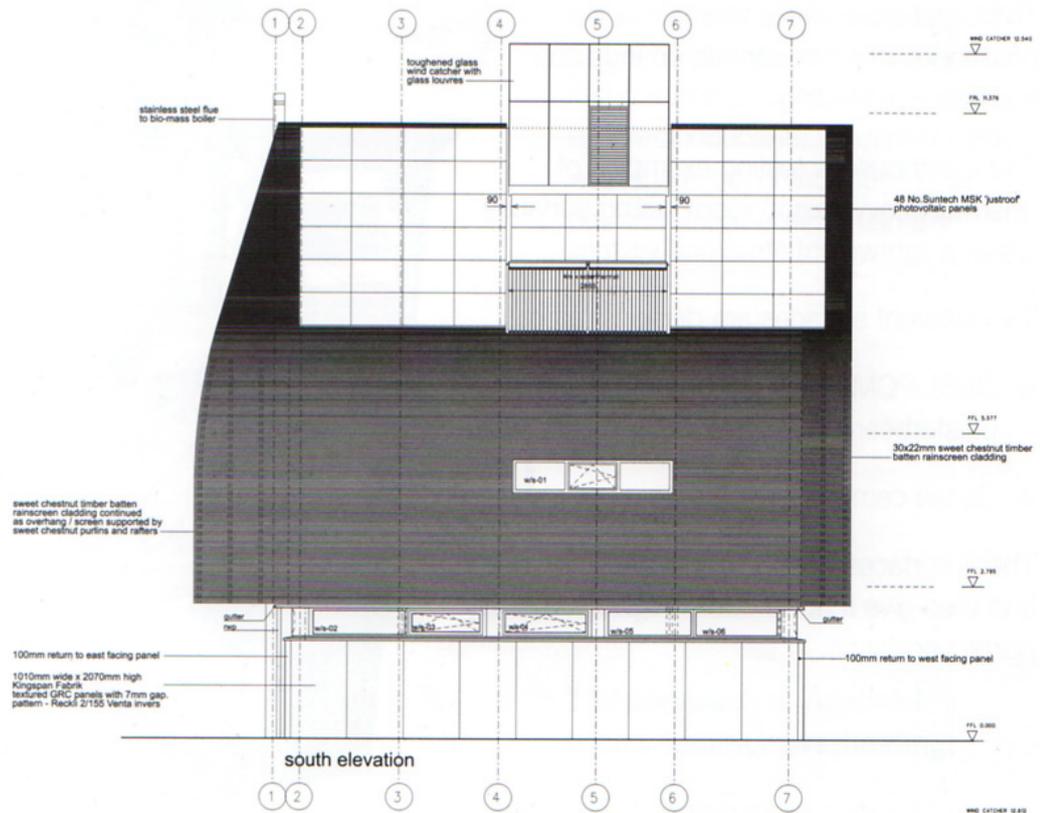


pianta secondo livello

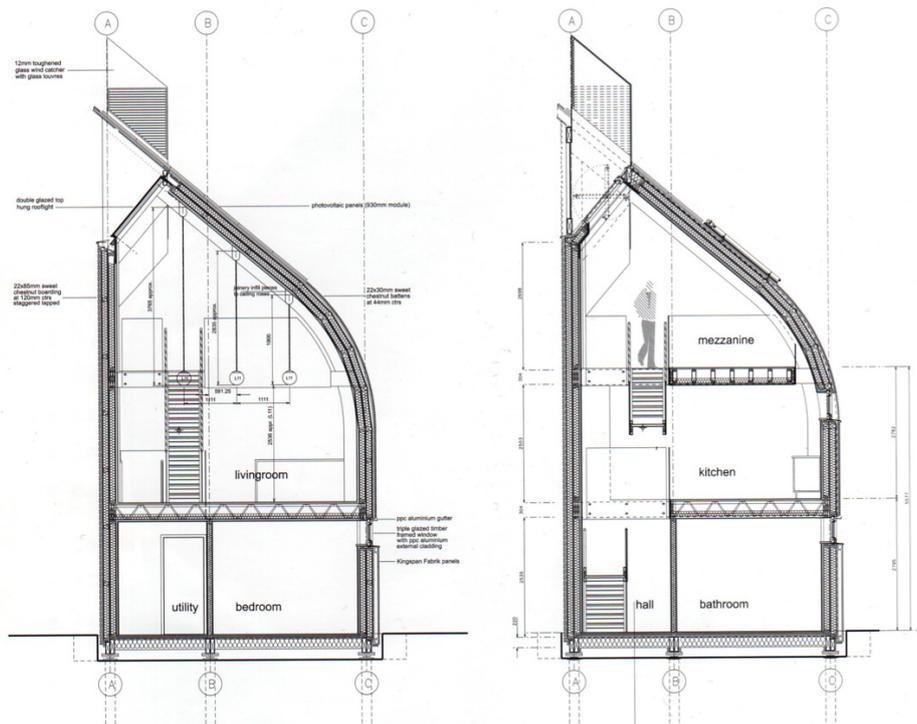


pianta primo livello

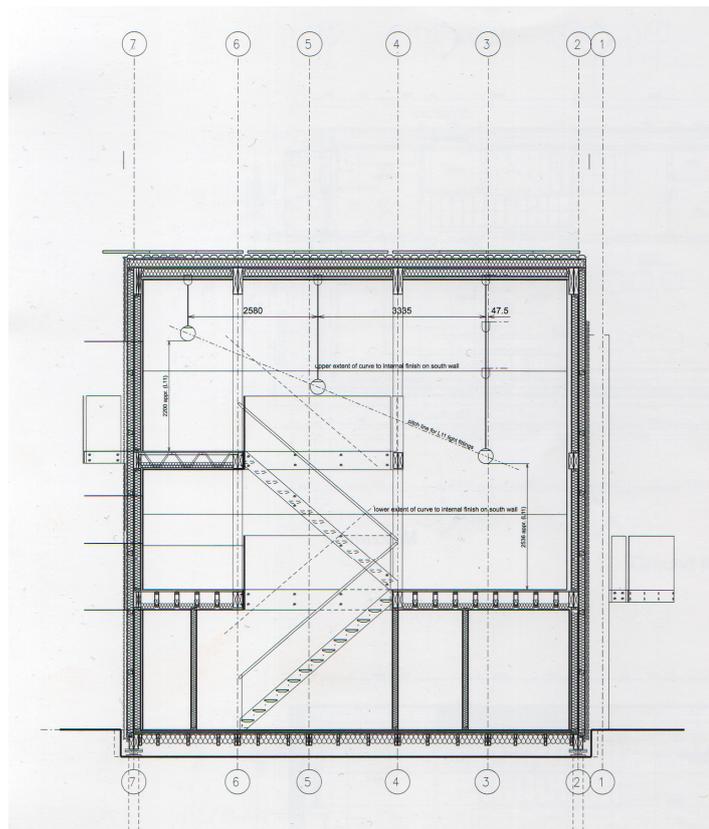




facciata sud, facciata est



sezioni trasversali



sezione longitudinale

Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>le fondazioni consistono in una struttura prefabbricata in legno. Quando l'edificio raggiunge la sua vita utile possono essere completamente rimosse</i> |
| | struttura di elevazione | <i>telaio in legno e pannelli sandwich portanti -- kingspan off-site's tek building sistem: sips (structurally insulated panel based system)</i>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>struttura prefabbricata in legno</i> |
| | chiusura verticale | <i>pareti perimetrali portanti in legno (si veda struttura di elevazione) la struttura è rivestita esternamente da pannelli dogati di castagno dolce, mentre la parte basamentale è protetta da lastre di calcestruzzo fibrorinforzato</i>  |
| | chiusura superiore | <i>copertura a falda unica in legno, esposta a sud e inclinata a 40 gradi</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli sandwich</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>solai in legno</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio (*connessioni/giunti*)

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile



Trasporto

in loco medio raggio¹⁴⁵ lungo raggio¹⁴⁶

¹⁴⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità¹⁴⁷ al contesto¹⁴⁸ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹⁴⁹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹⁵⁰ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹⁴⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁴⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

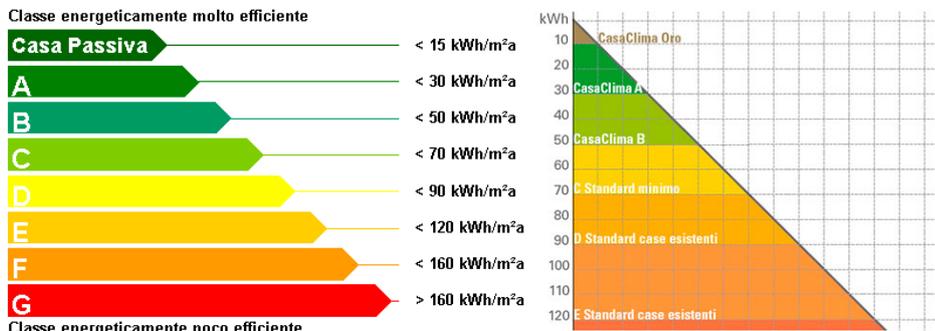
¹⁵⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 6 | | |
|--|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | buono/a | sufficiente | mediocre | |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione degli ambienti interni | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| isolamento termico | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Elemento - componente | | incorporabile | variabile | invariabile | |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | | | |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| microturbina eolica | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| patio | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

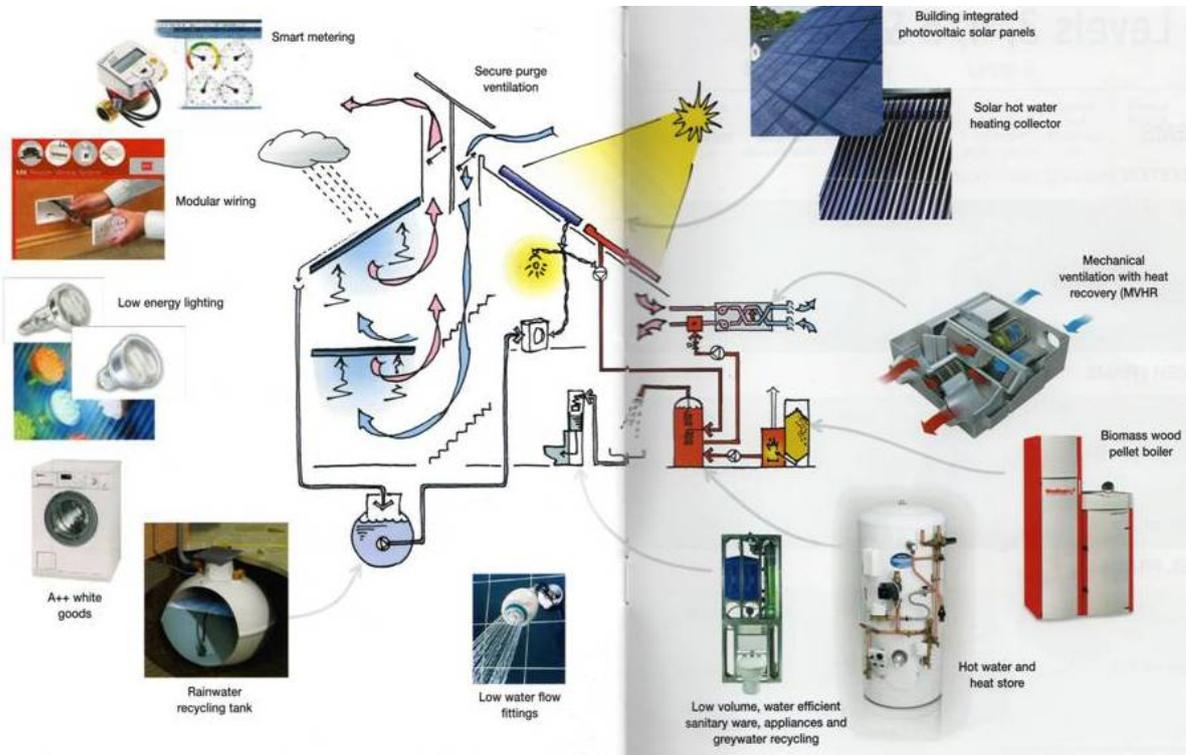
- un boiler da 10 kW collegato a una caldaia a pellet
- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore
- tripli vetri
- isolamento termico
- materiale a cambio di fase

Condizionamento estivo

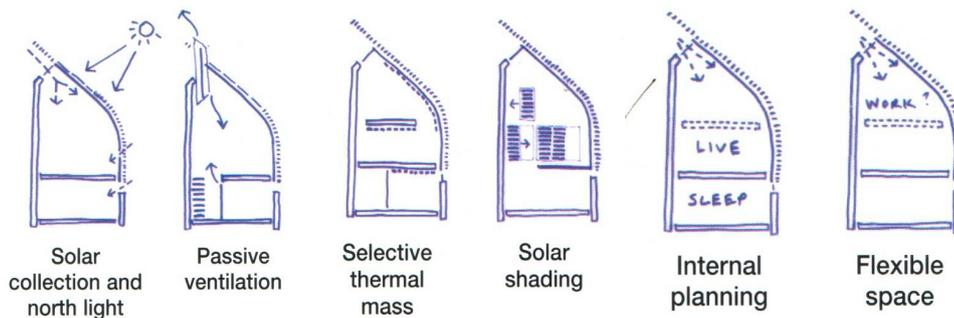
impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

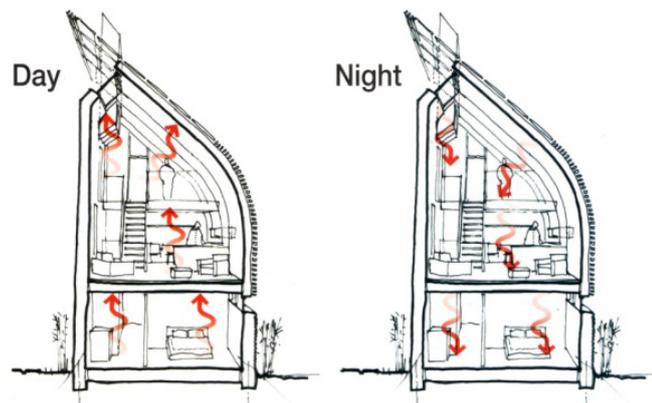
- camino solare – windcatcher- che permette di aumentare la circolazione dell'aria da utilizzare per il raffrescamento, ed inoltre contribuisce anche ad illuminare naturalmente gli spazi
- materiale a cambio di fase
- sistemi di schermatura solare



Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive



Schemi di studio



Di giorno i materiali a cambio di fase assorbono il calore degli ambienti interni e nel passaggio dallo stato solido a quello liquido, grazie a piccole capsule che sono contenute nelle doghe di legno, lo rilasciano durante la notte. Il processo è inverso quando le stanze sono fredde e quindi l'abbassamento delle temperature durante la notte, i sistemi passivi e il camino di ventilazione, il materiale dallo stato liquido ridiventa solido.

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 46 mq 4,7 kWh prodotti



Pannelli fotovoltaici

Gestione dell'acqua

| | presente | assente |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:
 4 mq



Pannelli solari

THE AFFORDABLE HOME

Il prototipo "Affordable home" presentato alla manifestazione fieristica inglese "Offsite 2007", raggiunge il "Level 4" delle nuove norme del regolamento "Code for sustainable homes".

L'edificio fortemente isolato produce il 40% in meno di carbon emission e necessita, per il condizionamento estivo ed invernale, dei due terzi in meno di energia rispetto alle abitazioni costruite secondo il Building Regulations del 2006.



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | THE AFFORDABLE HOME |
| ubicazione | Innovation Park, Watford, Londra |
| progettisti | Osborne |
| committente/proprietario | Committente Off-Site /proprietario Osborne |
| impresa costruttrice | Osborne |
| data di realizzazione | giugno 2007 |
| tempi di costruzione | due mesi |
| costi di costruzione | |
| superficie | 120 mq circa |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

CLIMA CALDO

CLIMA FREDDO

CLIMA TEMPERATO

clima temperato delle medie latitudini

caldo secco

freddo secco

temperato freddo temperato

caldo umido

freddo umido

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*

Procedimento costruttivo
(artigianale) *artigianale evoluto*¹⁵¹ *industrializzato*¹⁵²

Possibile datazione *(sistema costruttivo)* *XVIII-XIX sec* *XX sec* *XXI sec*

Tecnica costruttiva
(tradizionale) *industrializzato o per componenti*¹⁵³ *mista*¹⁵⁴

Tipologia di industrializzazione
 sistema chiuso closed systems *sistema aperto open systems*

Grado di industrializzazione¹⁵⁵ *alto* *medio* *basso*

Grado di innovazione¹⁵⁶
basso *alto* *medio*

Tipologia strutturale *system building*
 struttura a telaio skeleton systems *struttura a pannelli portanti panel systems*
 struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto- Project description

Affordable home presenta una pianta rettangolare e si dispone su tre livelli. La struttura in Structural Insulated Panel System (SIPS), pannelli strutturali coibentati in legno, è stata eretta in solo un giorno e mezzo. Nato per far fronte ai climi rigidi del Nord Europa l'edificio si presenta particolarmente compatto con il maggior numero delle aperture nella facciata Sud e quella Nord.



facciata sud –facciata nord

¹⁵¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁵² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁵³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁵⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁵⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

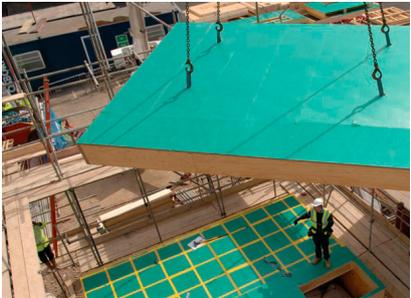
¹⁵⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”



facciata est – facciata ovest



“the affordable home”: le differenti possibilità di aggregazione

| Sistema tecnologico <i>technological system (norme UNI 8290 del 1981)</i> | | |
|--|--------------------------------|---|
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>travi rovesce in calcestruzzo</i> |
| | struttura di elevazione | <i>Structural Insulated Panel System (SIPs)</i>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>SIPs</i>  |
| | chiusura verticale | <i>= struttura di elevazione</i> <i>i materiali di rivestimento impiegati sono:</i> -larice siberiano -mattoncini in terracotta -plastica riciclata  |
| | chiusura superiore | <i>SIPs - rivestimento in pannelli di zinco</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli OSB</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>pannelli SIPs</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio¹⁵⁷ lungo raggio¹⁵⁸

¹⁵⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁵⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità¹⁵⁹ al contesto¹⁶⁰ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹⁶¹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹⁶² | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

¹⁵⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

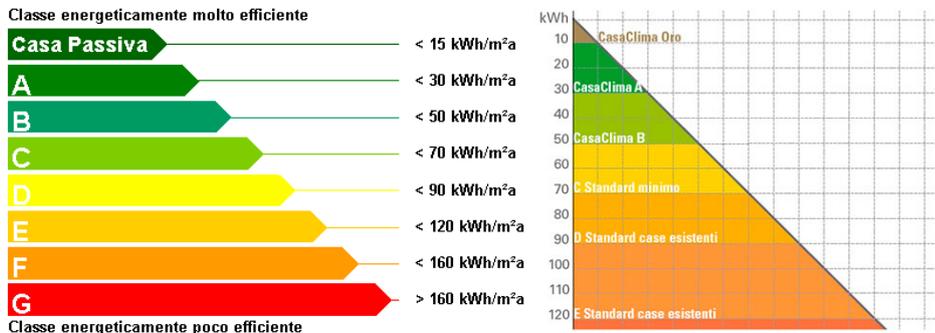
¹⁶² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|-------------------------------------|---|--|--|
| Certificazione energetica <i>(in funzione progettazione bioclimatica)</i> | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 4 | |
| | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> | <i>mediocre</i> | |
| studio della forma | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| orientamento delle facciate | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione delle aperture | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| illuminazione naturale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ventilazione naturale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soleggiamento | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione degli ambienti interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| isolamento termico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Elemento - componente | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> | |
| | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | | |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| patio | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore
- infissi a taglio termico
- isolamento termico
- caldaia a condensazione
- riscaldamento a pavimento

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:

sono presenti due pannelli solari (mq.....litri d'acqua calda prodotta)



impianto di ventilazione meccanica con il recupero del calore MVHR (Mechanical Ventilation with Heat Recovery) e locale tecnico

HANSON ECO-HOUSE

Il progetto "Hanson Eco-House", presentata alla manifestazione fieristica inglese "Offsite 2007" dall'Azienda Hanson Building Products è uno dei cinque edifici che rispondono alle nuove norme in tema di sostenibilità ambientale ed efficienza energetica del "Code for sustainable homes".

Unica abitazione prefabbricata realizzata con pareti portanti in muratura i cui punti di forza sono un'elevata massa termica e un attento studio della ventilazione naturale.

La facciata presenta un rivestimento in mattoni di laterizio e la copertura una particolare forma a camino che permette di smaltire l'aria calda accumulata all'interno degli ambienti.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | HANSON ECO-HOUSE |
| ubicazione | Innovation Park, Watford, Londra |
| progettisti | Hanson Building Products |
| committente/proprietario | Committente Off-Site /proprietario Hanson Building Products |
| impresa costruttrice | Hanson Building Products |
| data di realizzazione | Giugno 2007 |
| tempi di costruzione | Due mesi |
| costi di costruzione | |
| superficie | 140 mq circa |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima temperato delle medie latitudini

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

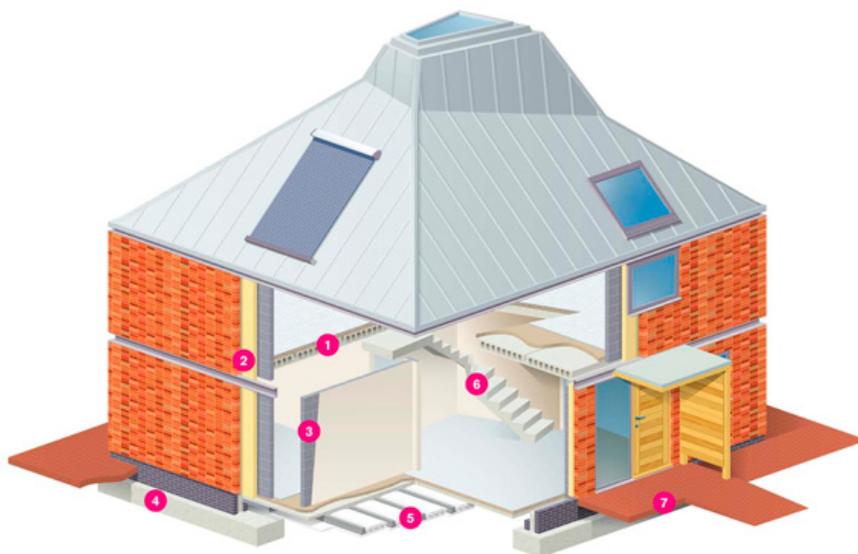
CLIMA TEMPERATO

temperato freddo

temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto¹⁶³

industrializzato¹⁶⁴

Possibile datazione (*sistema costruttivo*) XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti¹⁶⁵

mista¹⁶⁶

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso *closed systems*

sistema aperto *open systems*

Grado di industrializzazione¹⁶⁷

alto

medio

basso

Grado di innovazione¹⁶⁸

alto

medio

basso

Tipologia strutturale *system building*

struttura a telaio *skeleton systems*

struttura a pannelli portanti *panel systems*

struttura tridimensionale di tipo cellulare *modular systems*

¹⁶³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

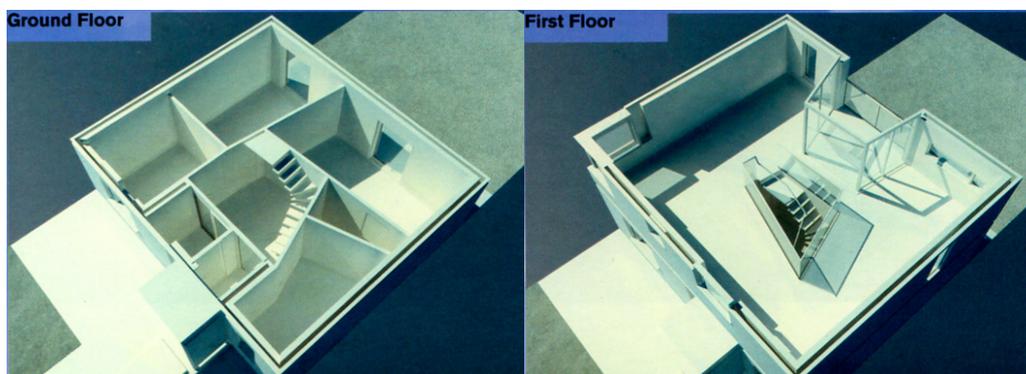
¹⁶⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁶⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Descrizione progetto- Project description

L'edificio presenta una pianta quadrata e si dispone su due livelli, al piano terra la zona notte e al piano superiore la zona giorno, un open space costituito da cucina-camera da pranzo e soggiorno, con un'ampia scala centrale.

Gli elementi che caratterizzano il prototipo dell'azienda Hanson sono l'utilizzo di pannelli portanti con rivestimento in laterizio, materiale che riprende la tradizione inglese, e il "tetto lanterna" che presenta all'estremità superiore un lucernario che favorisce sia il passaggio della luce che dell'aria.



spaccato assometrico (piano terra, primo piano)



spaccato assometrico

Sistema tecnologico *technological system* (norme UNI 8290 del 1981)

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--|--|
| struttura portante | struttura di fondazione struttura di elevazione | <p><i>c.a.</i> <i>pannelli portanti prefabbricati dello spessore di 30 cm costituiti da un rivestimento esterno in laterizio, un intercapedine isolata di poliuretano da 15 cm e da una controparete interna in blocchi di calcestruzzo cellulare</i></p>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <p><i>solaio in blocchi forati di calcestruzzo</i></p>  <p><i>pavimentazione ceramica</i></p>  |
| | chiusura verticale | = <i>struttura di elevazione</i> |
| | chiusura superiore | <p><i>la copertura è costituita da una struttura in legno rivestita con lastre di zinco.</i></p>  |
| partizione interna | partizione interna verticale partizione interna orizzontale | <p><i>pannelli prefabbricati in calcestruzzo che offrono vantaggi di isolamento termico-acustico e nel contempo resistenza al fuoco</i> <i>solaio in blocchi forati di calcestruzzo</i></p> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio¹⁶⁹ lungo raggio¹⁷⁰

¹⁶⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁷⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità¹⁷¹ al contesto¹⁷² | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹⁷³ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹⁷⁴ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹⁷¹ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁷² Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁷³ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

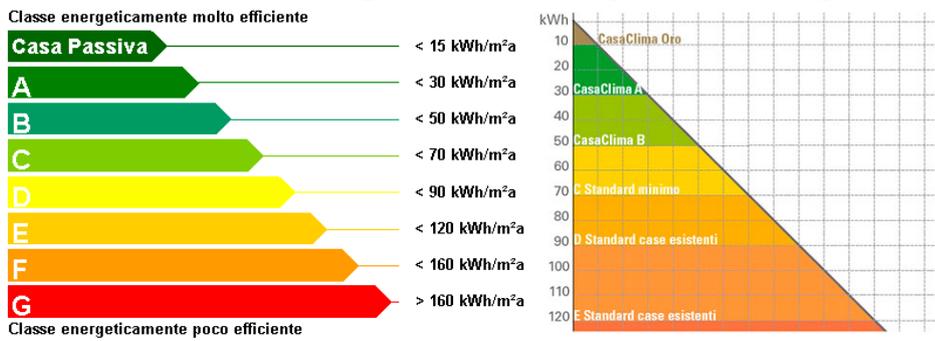
¹⁷⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica <i>(in funzione progettazione bioclimatica)</i> | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 4 | | |
| | | | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | <i>invariabile</i> |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Condizionamento invernale

impianto riscaldamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- massa termica
- pompa di calore geotermica che provvede al riscaldamento dei locali mediante tubazioni a pavimento
- infissi a triplo vetro con doppia camera e gas ktypton all'interno

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- la particolare conformazione del “tetto lanterna” usato per dare luce e migliorare le correnti d'aria naturale, in modo da massimizzare il potenziale di risparmio energetico, segue il principio costruttivo delle tradizionali fornaci in mattoni utilizzando l'effetto camino per ventilare gli ambienti interni

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:
 due collettori solari a tubi sottovuoto



Dall'immagine si evince la particolare conformazione del “tetto lanterna”, il lucernario, i pannelli solari

Alcune immagini degli interni





sistemi domotici: computer per il monitoraggio delle prestazioni energetiche dell'edificio

THE SIGMA HOME

Il progetto "The Sigma Home" presentato alla manifestazione fieristica inglese "Offsite 2007", dallo Stewart Milne Group, è tra i prototipi che applicano le nuove norme del "Code for sustainable homes". Esso raggiunge il "Level 5" marchio di qualità attribuito, secondo il regolamento suddetto, alle abitazioni che raggiungono alti livelli di efficienza energetica.

Tra le note di valore: i materiali il cui impatto sull'ambiente risulta minimo; zero emissioni di anidride carbonica con lo sfruttamento di fonti di energia pulite: fotovoltaico, eolico e solare termico, e il riuso e il riciclo della risorsa acqua. Inoltre il legno utilizzato proviene da foreste controllate.



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | THE SIGMA HOME |
| ubicazione | Innovation Park, Watford, Londra |
| progettisti | Stewart Milne Group e lo studio di architettura Prp |
| committente/proprietario | Committente Off-Site /proprietario Stewart Milne Group |
| impresa costruttrice | Stewart Milne Group |
| data di realizzazione | Giugno 2007 |
| tempi di costruzione | Due mesi |
| costi di costruzione | |
| superficie | 180 mq circa |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica *clima temperato delle medie latitudini*

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto¹⁷⁵

industrializzato¹⁷⁶

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti¹⁷⁷

mista¹⁷⁸

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione¹⁷⁹

alto

medio

basso

Grado di innovazione¹⁸⁰

alto

medio

basso

Tipologia strutturale system building

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

¹⁷⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁷⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁷⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁷⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁷⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁸⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Descrizione progetto- Project description

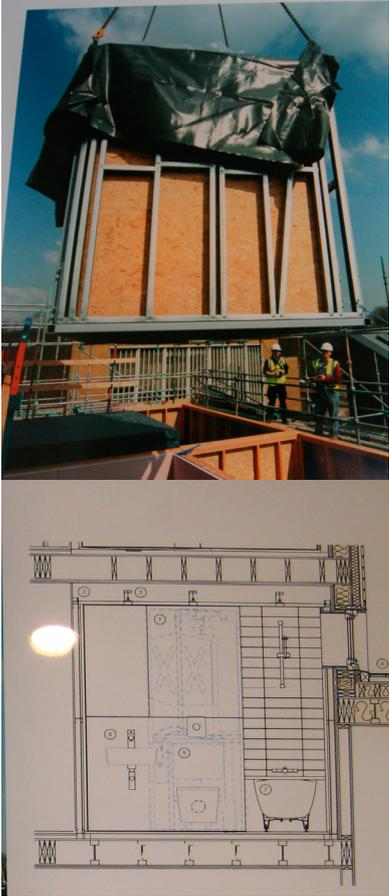
Sigma House è un'abitazione duplex su quattro livelli. La logica dominante è quella di creare degli spazi flessibili, senza muri portanti, infatti, si può organizzare gli ambienti come si preferisce: ottenendo tre o quattro camere da letto, concependo al piano terra uno spazio di lavoro e ai piani superiori lo spazio domestico. L'edificio ha previsto l'utilizzo integrato di telai e pannelli orizzontali in legno con moduli Cfs per i nuclei bagno.

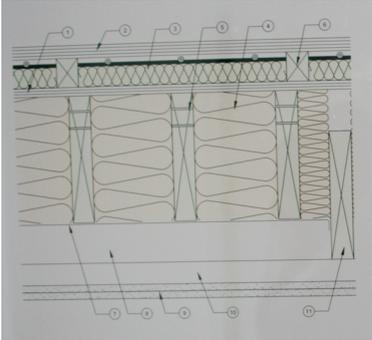


Spaccato assometrico



pianta del primo piano: possibili distribuzioni delle partizioni interne

| Sistema tecnologico <i>technological system (norme UNI 8290 del 1981)</i> | | |
|--|----------------------------|---|
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
| struttura portante | struttura di fondazione | <p><i>Roger Bullivant 'System First' è un sistema di fondazioni modulari che consente di minimizzare lo scavo di fondazione utilizzando pali e travi. Questa fase è stata completata in soli 5 giorni.</i></p>  |
| | struttura di elevazione | <p><i>Struttura a telaio in legno. Per i bagni, invece, sono utilizzati moduli tridimensionali in Cfs</i></p>  |

| | | |
|--------------------|--------------------------------|---|
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>solaio in c.a.</i> |
| | chiusura verticale | <i>Struttura in legno formata da montanti da 140 mm, un isolamento di lana di vetro e un rivestimento con pannelli Osb da 9 mm di spessore su entrambi i lati All'esterno l'edificio è completato in intonaco e al piano superiore con doghe di cedro e all'interno da pannelli in gesso</i> |
| | chiusura superiore | <i>Realizzata in meno di 3 ore mettendo in opera sei elementi prefabbricati a cassetta, già completi di isolamento, barriera vapore, guaina e rivestimento esterno in zinco</i>  |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>Pannelli Osb</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>Elementi prefabbricati a cassetta con: pannelli Osb di 15 mm - isolamento in lana di vetro e doppio strato di 15 mm di cartongesso</i>    |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio

difficile

media difficoltà

facile



Trasporto

in loco

medio raggio¹⁸¹

lungo raggio¹⁸²

¹⁸¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁸² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Integrabilità¹⁸³ al contesto¹⁸⁴

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

ASPETTO

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹⁸⁵ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹⁸⁶ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹⁸³ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁸⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁸⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

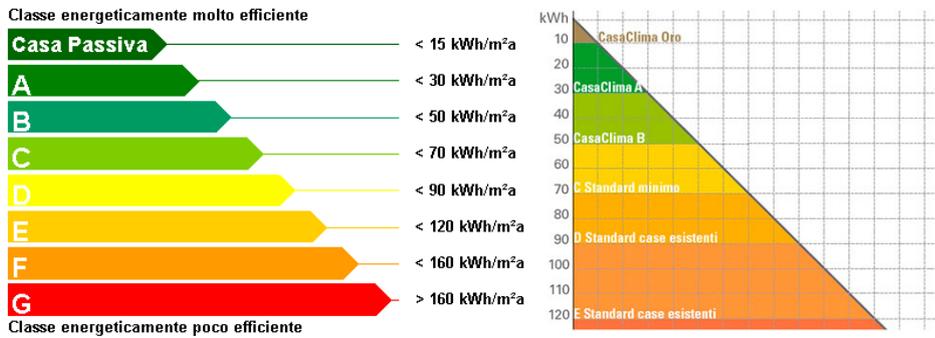
¹⁸⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 5 | | |
|--|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | buono/a | sufficiente | mediocre | |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| disposizione degli ambienti interni | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| isolamento termico | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Elemento - componente | | incorporabile | variabile | invariabile | |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | | | |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| microturbina eolica | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| patio | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- riscaldamento a pavimento
- caldaia a condensazione a gas
- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)
- tripli vetri
- isolamento termico in lana di vetro
- pannello isolante con materiale a cambio di fase

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- Solar stack centrale al di sopra del vano scala: risucchia aria calda che sale, in modo simile a quella di un camino. Un sensore di calore apre e chiude un foro nella parte superiore dello stack per gestire la temperatura ottimale nella costruzione.
- pannello isolante con materiale a cambio di fase
- sistemi di schermatura solare



Pannello isolante, prodotto da Du Pont, di 5 mm di spessore in laminato di alluminio, contenente un Phase change material composto da copolimero e cera paraffinica. Il pannello accumula e cede calore come conseguenza delle fluttuazioni di temperatura nell'arco della giornata tramite il cambiamento di fase del composto da solido a gel. Ciò permette di ridurre gli sbalzi termici di 7°C e di ridurre i costi del condizionamento estivo per il 35% e quelli del riscaldamento invernale per il 15%.



Sistemi solari termici: serbatoio di accumulo per l'acqua calda



Riscaldamento a pavimento

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo

se presente fotovoltaico:

mq..... kWh prodotti

il prototipo utilizza inoltre energia prodotta da 3 micro-turbine eoliche e prevede l'esportazione di energia elettrica alla rete nazionale.



Pannelli solari, microturbine eoliche e pannelli fotovoltaici disposti sia in facciata (altro fotovoltaico è presente sulla copertura)

Il tetto è orientato a sud a 36 ° rispetto all'orizzontale per consentire il massimo guadagno solare per i collettori posizionati su di esso. Le finestre sul alto Nord, invece consentono l'illuminazione e l'areazione della scala oltre che la ventilazione della stessa in estate.

Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente

assente



impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche



impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie



regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti



impianti produzione acqua calda



se presenti pannelli solari:

mq.....litri d'acqua calda prodotta



Eco-play system è un sistema di riciclo delle acque grigie che reimpiega le acque della doccia per gli scarichi del WC.

Inoltre, tutte le docce, i rubinetti sono dotati di dispositivi per un basso consumo di acqua.

ORGANICS

L'azienda svedese Eco Tech ha presentato alla manifestazione fieristica inglese "Offsite 2007", il prototipi Organics, una casa kit low Energy che applica le nuove norme del "Code for sustainable homes". Esso raggiunge il "Level 4" marchio di qualità attribuito, secondo il regolamento suddetto, alle abitazioni che raggiungono alti livelli di efficienza energetica.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | ORGANICS |
| ubicazione | Innovation Park, Watford, Londra |
| progettisti | Bo Bengtsson |
| committente/proprietario | Committente Off-Site /proprietario Eco Tech |
| impresa costruttrice | Eco Tech |
| data di realizzazione | Giugno 2007 |
| tempi di costruzione | 15 giorni |
| costi di costruzione | tra i 1000-1500 sterline per mq |
| superficie | 154 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa "chiavi in mano" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica *clima temperato delle medie latitudini*

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici technological aspects

Procedimento costruttivo
 (artigianale) artigianale evoluto¹⁸⁷ industrializzato¹⁸⁸

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec XX sec XXI sec

Tecnica costruttiva
 (tradizionale) industrializzato o per componenti¹⁸⁹ mista¹⁹⁰

Tipologia di industrializzazione
sistema chiuso closed systems sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione¹⁹¹ alto medio basso

Grado di innovazione¹⁹² alto medio basso

Tipologia strutturale system building
struttura a telaio skeleton systems struttura a pannelli portanti panel systems
struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto- Project description

Organics è un edificio u 3 livelli che dispone di 3 camere da letto e una zona living. Il prototipo si costituisce di moduli tridimensionali che ospitano cucina, bagno e nucleo scale e pannelli strutturali orizzontali e verticali.



Spaccato assometrico

¹⁸⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁸⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁸⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁹⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁹¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁹² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

| Sistema tecnologico <i>technological system</i> (norme UNI 8290 del 1981) | | |
|---|--------------------------------|---|
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>a platea in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <i>pannelli strutturali in legno coibentati da 240 mm di lana di roccia e rivestiti sulle due facce da pannelli Osb e lastre in cemento rinforzato AquaPanel da 13 mm con intonacatura esterna. Utilizzo di moduli tridimensionali in Cfs</i>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>pannelli strutturali in legno coibentati da 240 mm di lana di roccia e rivestiti sulle due facce da pannelli OSB e lastre in cemento rinforzato AquaPanel da 13 mm con intonacatura esterna</i> |
| | chiusura superiore | <i>tetto modulare con struttura in acciaio, isolamento in lana di roccia e rivestimento in alluminio (4 moduli assemblati in 4 ore)</i> |
| | chiusura verticale | <i>= struttura di elevazione</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli OSB</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>pannelli SIPs</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio (*connessioni/giunti*)

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio¹⁹³ lungo raggio¹⁹⁴

¹⁹³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

¹⁹⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Integrabilità¹⁹⁵ al contesto¹⁹⁶ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ¹⁹⁷ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ¹⁹⁸ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹⁹⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁹⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

¹⁹⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

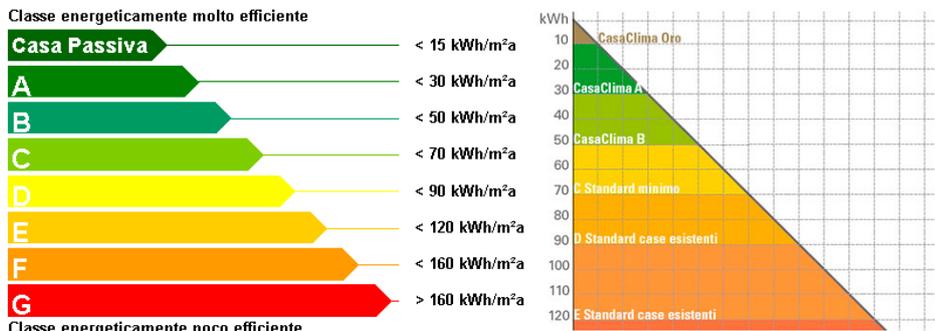
¹⁹⁸ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 4 | | |
|--|----------------------------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | incorporabile | variabile | invariabile |
| | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | | |
| pannelli fotovoltaici | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)
- tripli vetri con gas argon di riempimento
- isolamento termico in lana di roccia
- Air Source Heat Pump (ASHP)- pompa di calore

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- sistemi di schermatura solare

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 45 mq kWh prodotti

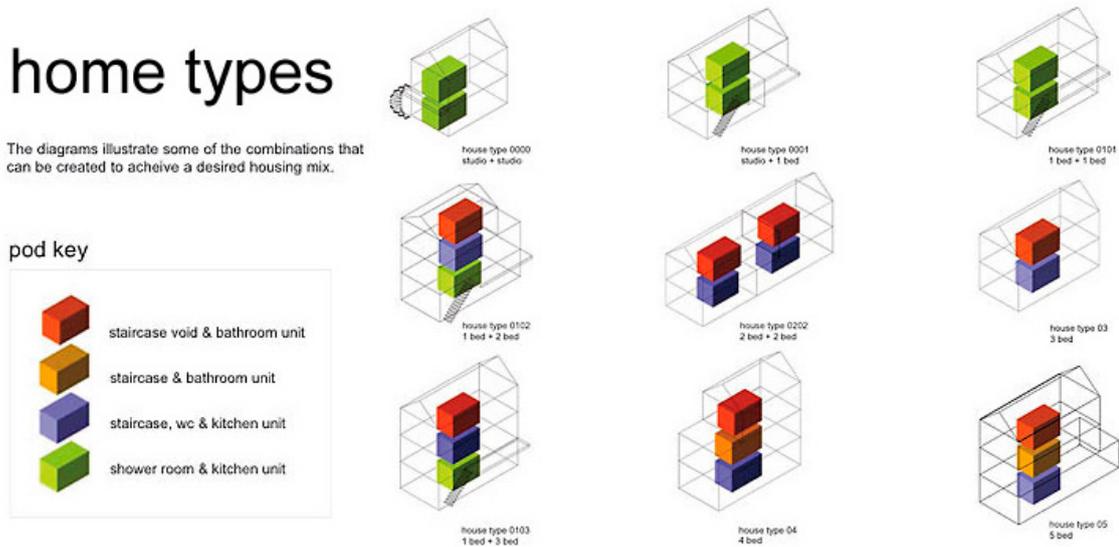
Gestione dell'acqua

| | presente | assente |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:
 3,2 mq.....litri d'acqua calda prodotta

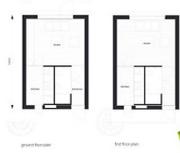
NOTA

La Eco Tech ha concepito una gamma di differenti case kit "ORGANICS" da immettere sul mercato inglese: monocalci, abitazioni con 2, 3, 4 e 5 camere da letto, da 1 a 4 piani, con bagno privato o condiviso, con giardini esterni e cortili, con finiture di alta qualità e arredi. Secondo la logica aziendale la Eco Tech non crea case identiche, ma moduli (i moduli: bagno, cucina e camere da letto), che possono essere configurati in modi diversi e variare nelle dimensioni, finiture interne ed esterne. L'azienda gestisce l'intero processo dall'inizio alla fine (analisi del suolo, terreno, la costruzione, tutti gli aspetti logistici, di comunicazione, i tempi e il budget)



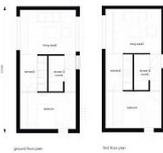
Organics by ecoTECH
Home type 0203
going solo apartment

Living 16.5m²
Kitchen 6.5m²
Bathroom 3.8m²
Circulation 2m²
Total Floor Area 28m²
(per apartment)



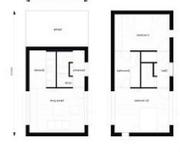
Organics by ecoTECH
Home type 0101
twos company apartment

Bedroom 13.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 3.8m²
Circulation 2.8m²
Total Floor Area 45m²
(per house)



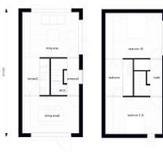
Organics by ecoTECH
Home type 02
family first

Bedroom 1 13.5m²
Bedroom 2 16.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 6.5m²
Circulation 1.5m²
WC
Total Floor Area 78m²



Organics by ecoTECH
Home type 03
family first

Bedroom 1 16.5m²
Bedroom 2 13.5m²
Bedroom 3 16.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 6.5m²
Circulation 1.5m²
WC
Total Floor Area 98m²



Organics by ecoTECH
Home type 0103
going solo & family first

Bedroom 16.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 3.8m²
Circulation 2m²
Total Floor Area 45m²
(1st floor)

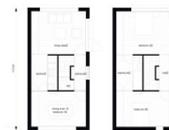


Bedroom 1 16.5m²
Bedroom 2 13.5m²
Bedroom 3 16.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 6.5m²
Circulation 1.5m²
WC
Total Floor Area 98m²
(2nd floor)



Organics by ecoTECH
Home type 04
family first

Bedroom 1 16.5m²
Bedroom 2 16.5m²
Bedroom 3 13.5m²
Living 16.5m²
Kitchen 6.8m²
Bathroom 6.5m²
Circulation 1.5m²
WC
Total Floor Area 118m²



RURALZED

Progettata dall’architetto inglese Bill Dunster e presentata alla fiera londinese Futurebuild (3-5 marzo 2008) “RuralZed” è una casa-kit *low Energy* che risponde alle severe norme britanniche in materia di edilizia sostenibile. L’edificio non presenta impianti di riscaldamento ma sfrutta unicamente tecnologie *green oriented*.



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | RuralZed |
| ubicazione | Futurebuild (3-5 marzo 2008) |
| progettisti | Bill Dunster con RuralZed team |
| committente/proprietario | Bill Dunster – ZED factory |
| impresa costruttrice | Bill Dunster – ZED factory |
| data di completamento | febbraio-marzo 2008 |
| tempi di costruzione | 6 settimane |
| costi di costruzione | dalle 990£/m ² alle 1.470£/m ² |
| superficie | 90-102 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “chiavi in mano” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

CLIMA CALDO

CLIMA FREDDO

CLIMA TEMPERATO

clima temperato delle medie latitudini

caldo secco

freddo secco

temperato freddo

temperato

caldo umido

freddo umido

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto¹⁹⁹

industrializzato²⁰⁰

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti²⁰¹

mista²⁰²

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²⁰³

alto

medio

basso

Grado di innovazione²⁰⁴

alto

medio

basso

Tipologia strutturale

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

¹⁹⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Descrizione progetto - Project description

“RuralZed” è un sistema versatile realizzato con materiali naturali e riciclati con elevato isolamento termico. Il prototipo si dispone su due livelli e presenta tre camere da letto. La struttura in legno perfettamente isolata con lana di roccia è uno dei maggiori punti di forza della costruzione.



facciata Sud - facciata Nord



facciata Est

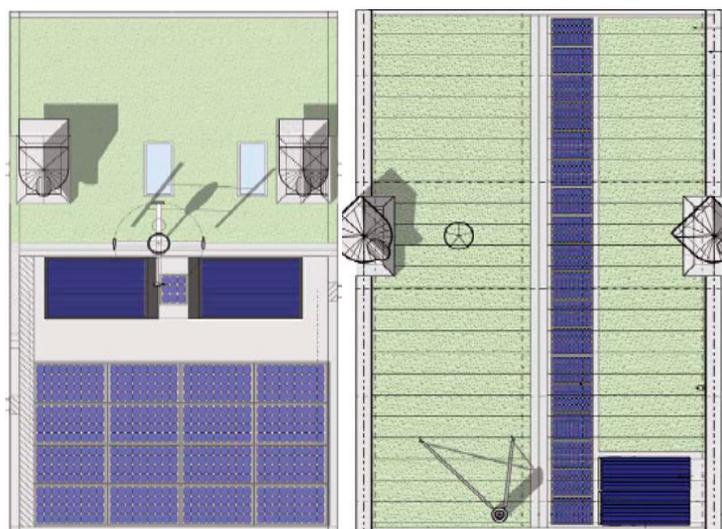
North / South unit



East / West unit



Pianta primo e secondo livello in alto nell'orientamento Nord/Sud e in basso in quello Est/Ovest

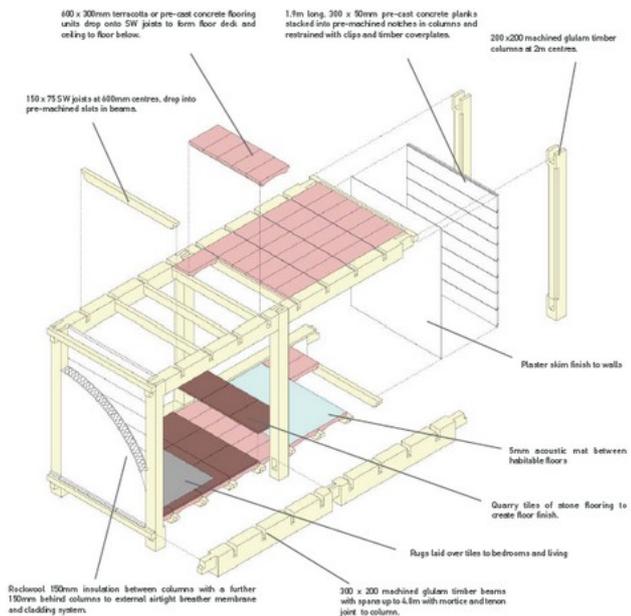
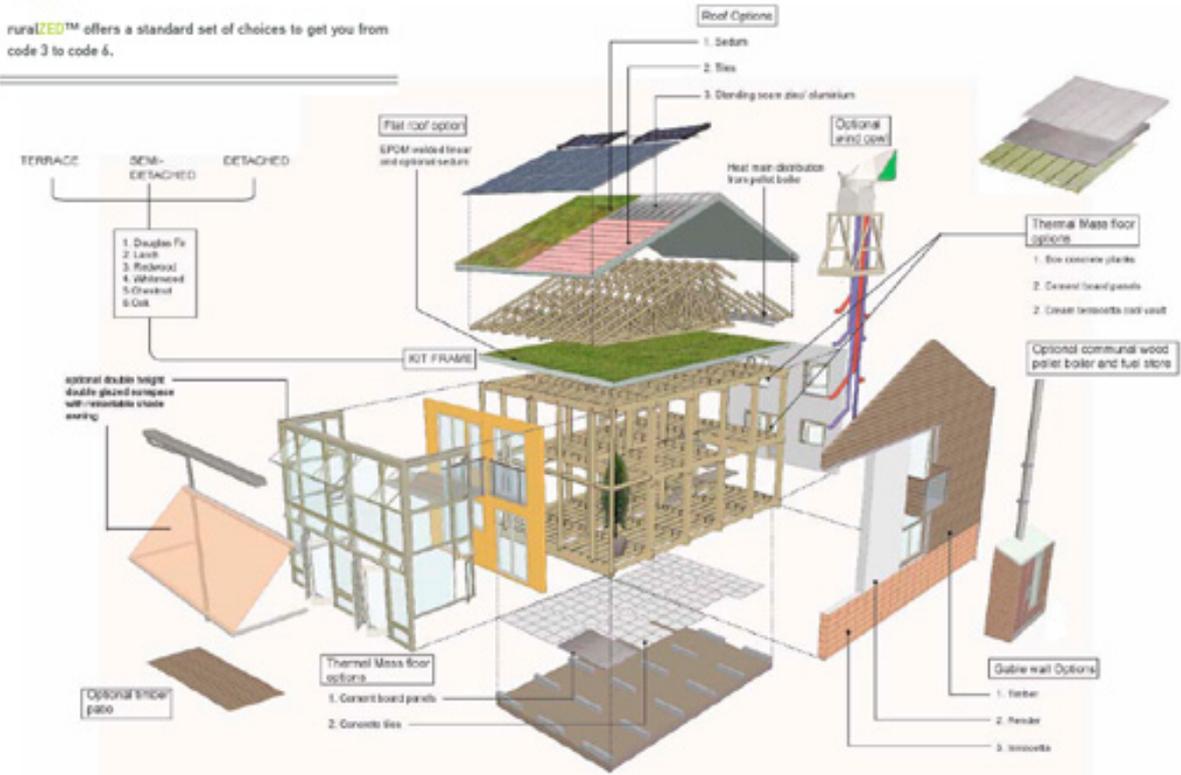


Pianta delle coperture a sinistra nell'orientamento Nord/Sud e a destra in quella Est/Ovest

Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

Choices

ruralZED™ offers a standard set of choices to get you from code 3 to code 6.



| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>platea in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <p><i>telaio in legno lamellare: pilastri 20x20cm posti ad interasse di 2m sulla cui testis con collegamenti tenone-mortasa travi sezione 30x20 cm- oridtura secondaria travetti 15x7,5 cm disposti ogni 60 cm lungo le travi principali. (tale struttura può essere realizzata in un paio di giorni)</i></p>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>Il solaio viene completato con l'inserimento tra i travetti di tavelle in cotto (60x30 cm) a intradosso curvo, sulle quali disporre il pavimento in pietra con un eventuale strato di isolante acustico da 5 mm</i> |
| | chiusura verticale | <p><i>Le pareti esterne verticali presentano uno strato di isolamento di 300 mm in lana di roccia compreso tra una barriera al vapore e una controparete interna a elevata massa termica, formata da pannelli dogati di calcestruzzo (spessi 5 cm), collegati tramite squadrette alle strutture in legno lamellare. Su uno dei fronti è presente una serra a doppia altezza con profili in alluminio e vetrate. RuralZed può essere completata con differenti tipologie di rivestimento: intonaco su pannelli in fibre di legno, tavelle in cotto o doghe di legno su una sottostruttura lignea o in acciaio zincato.</i></p>  |
| | chiusura superiore | <i>Struttura in legno. Sullo spiovente a Nord è previsto un tetto giardino su quello a Sud un rivestimento di tegole</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli dogati di calcestruzzo (30x5 cm e lunghi 190 cm) collegati tramite squadrette alle strutture in legno lamellare ed intonacati</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>Il solaio viene completato con l'inserimento tra i travetti di tavelle in cotto (60x30 cm) a intradosso curvo, sulle quali disporre il pavimento in pietra con un eventuale strato di isolante acustico da 5 mm</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²⁰⁵ lungo raggio²⁰⁶

²⁰⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁰⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁰⁷ al contesto²⁰⁸ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilita' di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁰⁹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²¹⁰ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

²⁰⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁰⁸ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁰⁹ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

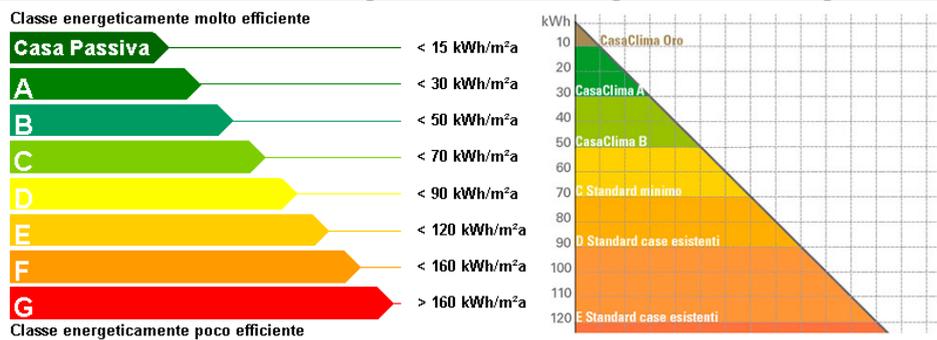
²¹⁰ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica <i>(in funzione progettazione bioclimatica)</i> | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Code for sustainable homes- Level 6 | | |
| | | | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | <i>invariabile</i> |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Grandi vetrate sulla facciata esposta a Sud



- *Tetto verde a Nord*
- *Caldaia alimentata a pellet*
- *Alto isolamento termico della struttura (con lana di roccia).*
- *Impiego di materiali a elevata massa termica*
- *Sistemi i ventilazione meccanica, a doppio flusso, con il recupero di calore (Il sistema è collegato a due camini eolici orientabili posizionati in copertura, che assicurano l'ingresso di aria fresca. In tal modo è possibile ottenere un'elevata qualità dell'aria interna e, al contempo, recuperare dall'aria espulsa l'energia termica, eliminando il fabbisogno energetico per il riscaldamento)*



- *Tripli vetri*

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale)

presente

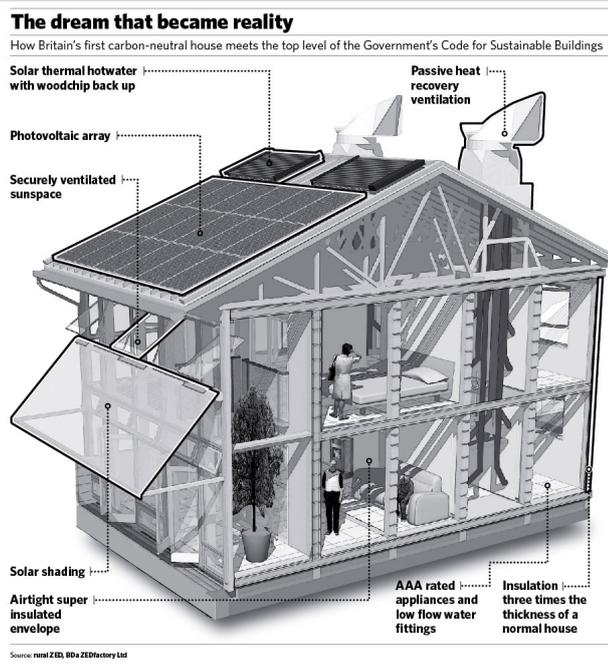
assente

tipologia.....

consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *Tetto verde a Nord*
- *Impiego di materiali a elevata massa termica*
- *Sistemi di schermatura solare*



Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
se presente fotovoltaico:

21 pannelli fotovoltaici (mq.....kWh prodotti)

Turbine micro eoliche in grado di produrre fino alla metà delle fabbisogno di energia elettrica annuale di una famiglia



Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente



assente



impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche



impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie



regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti



impianti produzione acqua calda



se presenti pannelli solari:

La produzione di acqua calda domestica prevede l'impiego di collettori solari (...mq 300 litri di acqua calda prodotti), nei mesi invernali, tale sistema viene integrato da una caldaia alimentata con pellet.

La copertura verde è potenziata da un sistema di recupero dell'acqua piovana, utilizzata sia per l'irrigazione sia, una volta filtrata, per l'alimentazione degli scarichi dei bagni.

NOTA

L'architetto Bill Dunster sottolinea le caratteristiche di adattabilità e flessibilità di "Rural-Zed" sottolineando la predisposizione a:

disposizioni differenziate degli spazi interni con la possibilità di modificare nel tempo le partizioni.

abitazioni di dimensioni diverse

finiture diversificate con l'ulteriore possibilità di utilizzare materiali di facciata tradizionali di provenienza locale.

una lunga durata - 5 generazioni minimo.

adeguarsi a siti dalle differenti caratteristiche

differenti forme di copertura che possono adattarsi a molteplici contesti e orientamenti.





3 story executive ZED unit.



MAGIC BOX

Il prototipo Bagic Box è stato progettato e realizzato da un team di professori e studenti della Universidad Politecnica de Madrid (UPM) per la competizione internazionale “Solar Decathlon” (edizione 2005) organizzata, a cadenza biennale, dall’U.S.Department of Energy di Washington.

L’edificio, prima esperienza di sperimentazione costruttiva del Politecnico, è stato concepito per essere una casa passiva disegnata coniugando i principi della progettazione bioclimatica e l’uso di energie rinnovabili al fine di raggiungere un buon livello di efficienza energetica.

Considerando le premesse, va sottolineato che l’analisi e la valutazione dell’edificio non possono trascurare che Magix Box è l’espressione di uno studio svolto in campo universitario per la partecipazione ad un concorso di progettazione.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | MAGIC BOX |
| ubicazione | Universidad Politecnica de Madrid - ETSI Agronomos (gen-mag 2005) Salon Immobiliario de Madrid (mag 2005) National Mall, Washington (sett-ott 2005) Future House Pechino, Cina (dic 2005 ad oggi) UPM – ETSI de telecomunicación (2006 ad oggi) con variazioni nel progetto Rivasecopolis, Rivas Vaciamadrid – Madrid (la costruzione inizierà nell’aprile 2009) |
| progettisti | Equipo Solar Decathlon de la UPM Rivasecopolis – Carolina Hernández + Equipo Solar Decathlon de la UPM |
| committente/proprietario | UPM Future House Pechino UPM + ICEX (Istituto de Comercio Exterior de España) Rivasecopolis Agencia de la Energia, Ayuntamiento de Rivas |
| impresa costruttrice | Equipo Solar Decathlon de la UPM Future House Pechino (impresa cinese sotto la supervisione di José Miguel Gomez Osuna Técnica Reunidas per ICEX) ETSI de telecomunicación (Steel Built) Rivasecopolis (gara d’appalto) |
| data di realizzazione | Vedi sopra |
| tempi di costruzione | 7 giorni |
| costi di costruzione | 700.000 euro la costruzione (2,1 milione di euro totali) (approssimative) |
| superficie | 73 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su progetto” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica clima mediterraneo

CLIMA CALDO caldo secco caldo umido

CLIMA FREDDO freddo secco freddo umido

CLIMA TEMPERATO temperato freddo temperato temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto²¹¹

industrializzato²¹²

Possibile datazione (sistema costruttivo)

XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti²¹³

mista²¹⁴

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²¹⁵

alto

medio

basso

Grado di innovazione²¹⁶

alto

medio

basso

Tipologia strutturale system building

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

²¹¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²¹² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²¹³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²¹⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

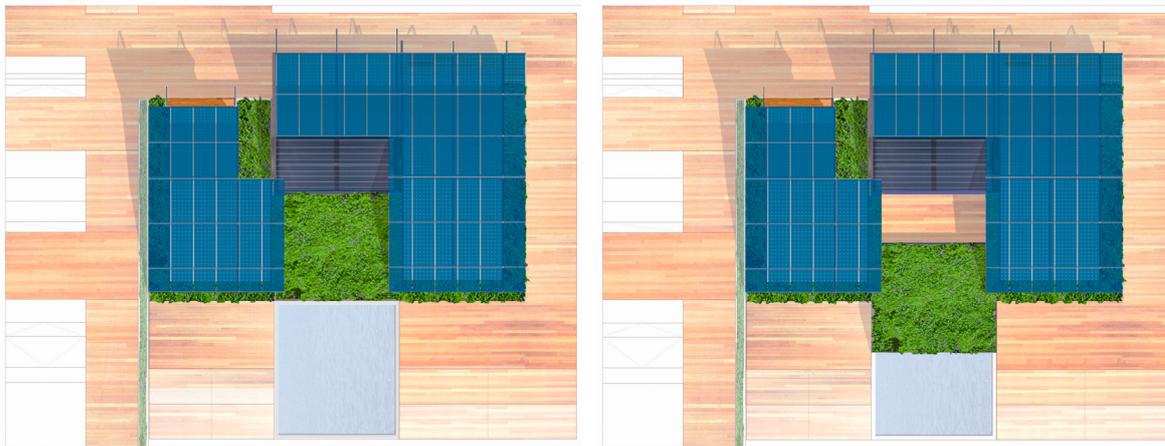
²¹⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²¹⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Descrizione progetto- Project description

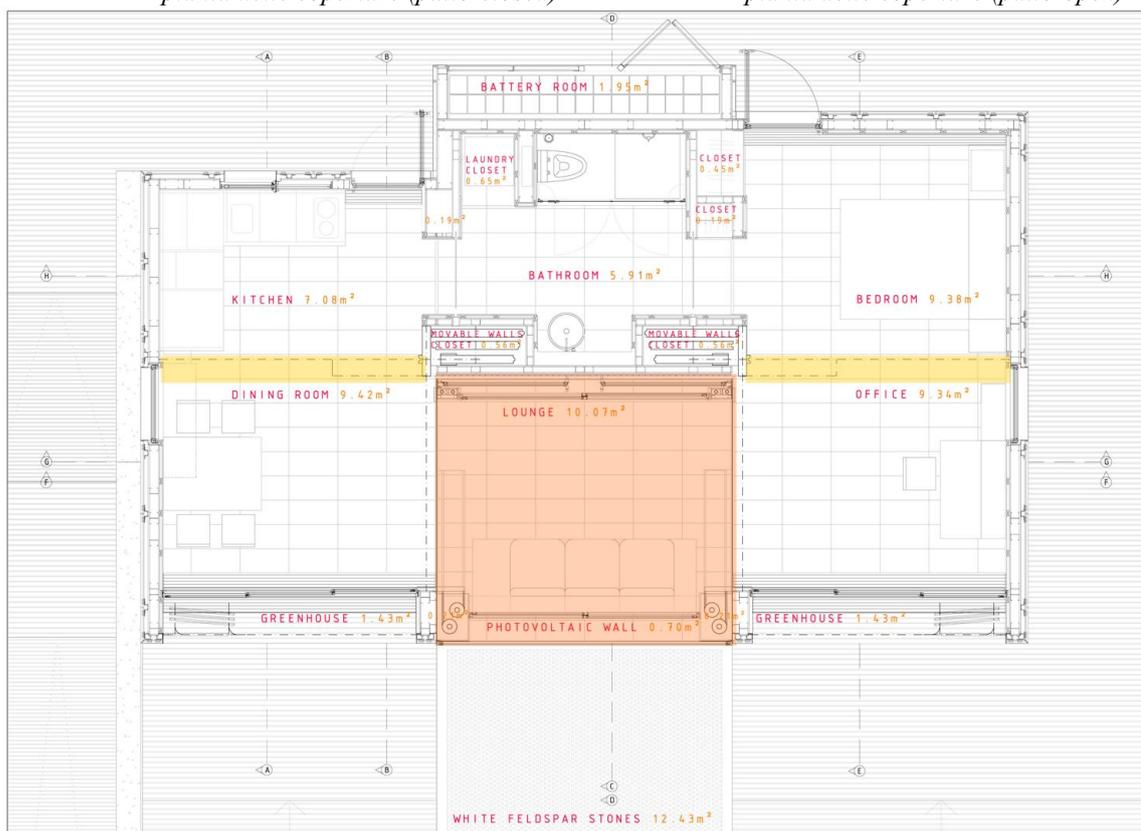
Magic Box presenta una pianta rettangolare nella quale, escluso il blocco servizi, gli spazi cucina-camera da pranzo e la zona letto-ufficio sono gestiti in modo flessibile, come open space, pareti mobili, infatti, consentono di unire o separare lo spazio interno.

Uno degli elementi caratterizzanti la pianta dell'edificio è il patio, ispirandosi alla casa mediterranea il progetto, infatti, cerca di dotarsi, almeno concettualmente, di alcuni degli elementi tipici dell'architettura dei Paesi caldi. Con l'intento di ottimizzare la climatizzazione degli ambienti e migliorare il comfort interno un blocco mobile, gestito in base alle stagioni e alle esigenze dell'utenza, viene aperto sino a creare il piccolo patio.

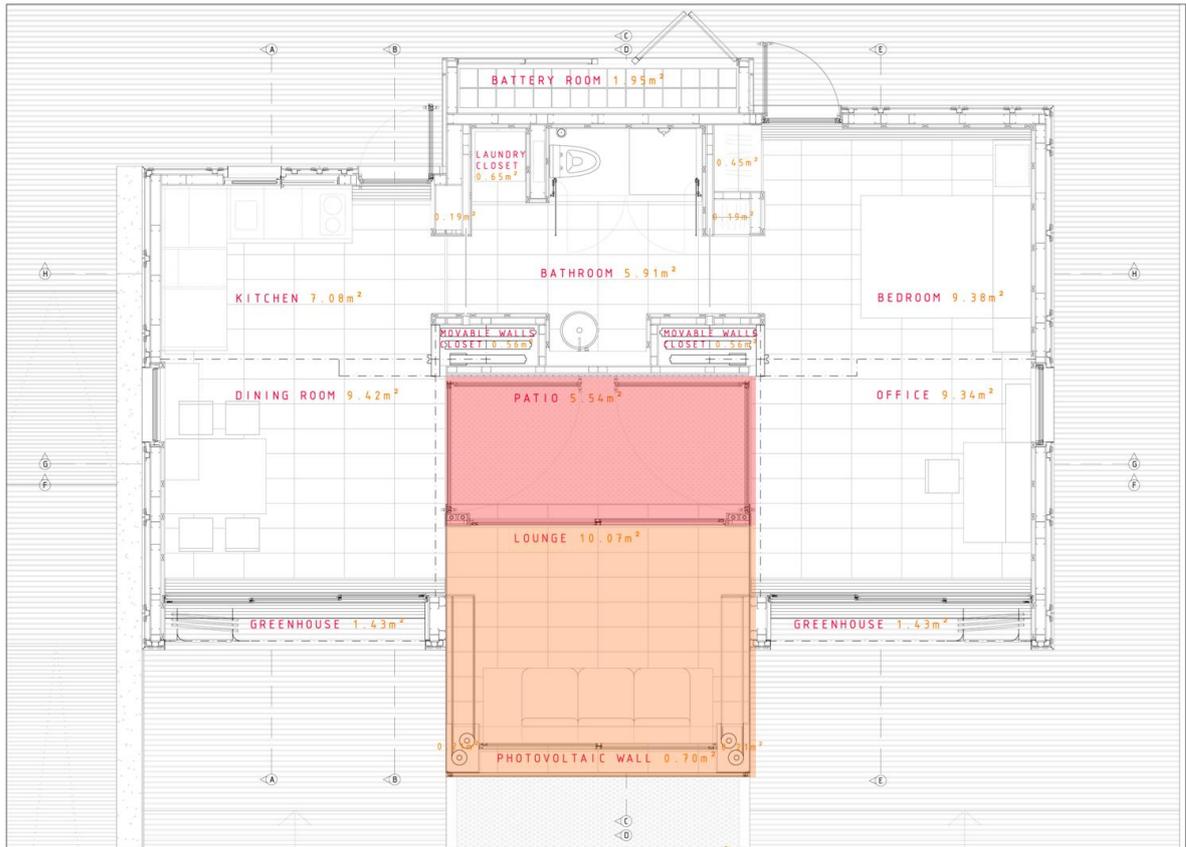


pianta delle coperture (patio-closed)

pianta delle coperture (patio-open)



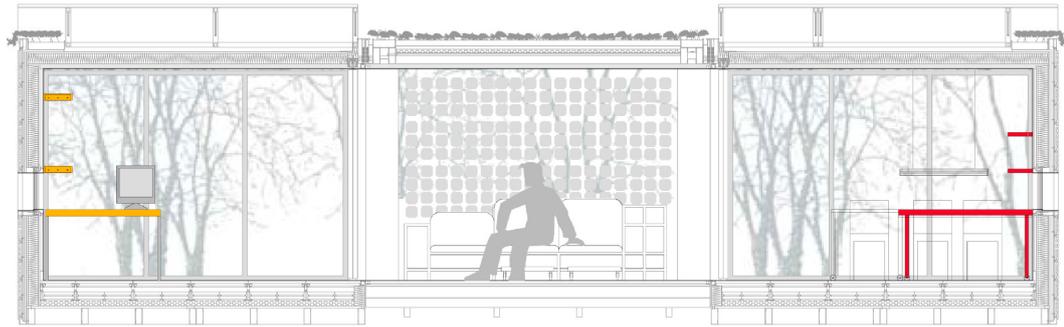
pianta (patio-closed)



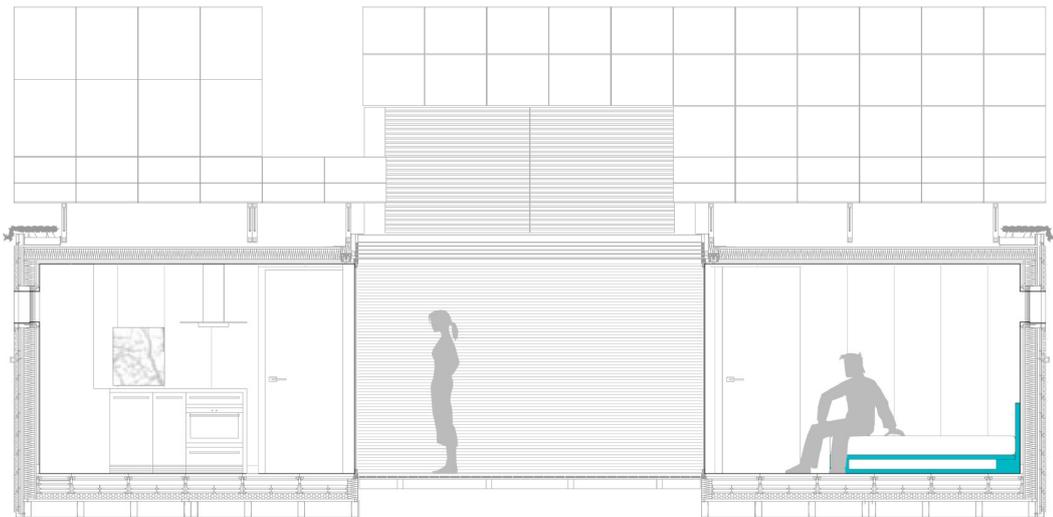
pianta (patio-open)



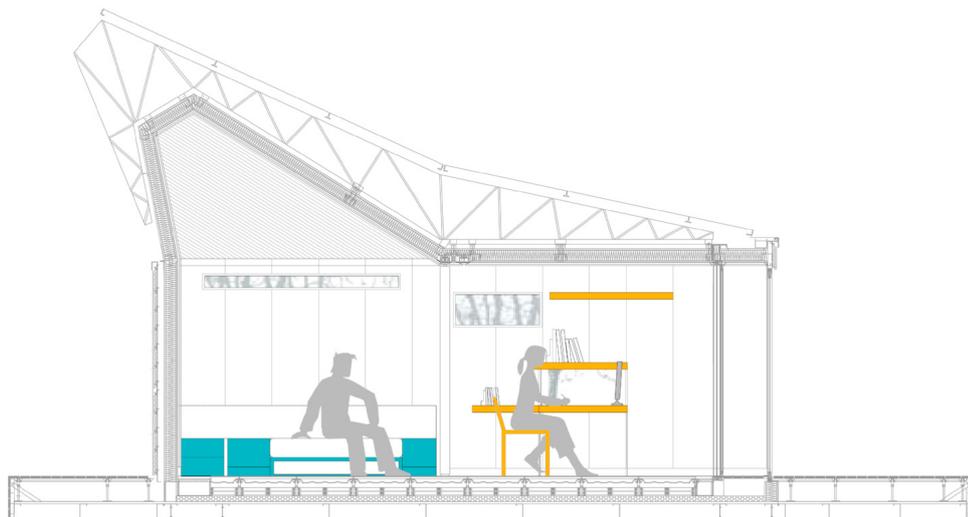
facciata ovest, facciata sud, facciata est, facciata nord



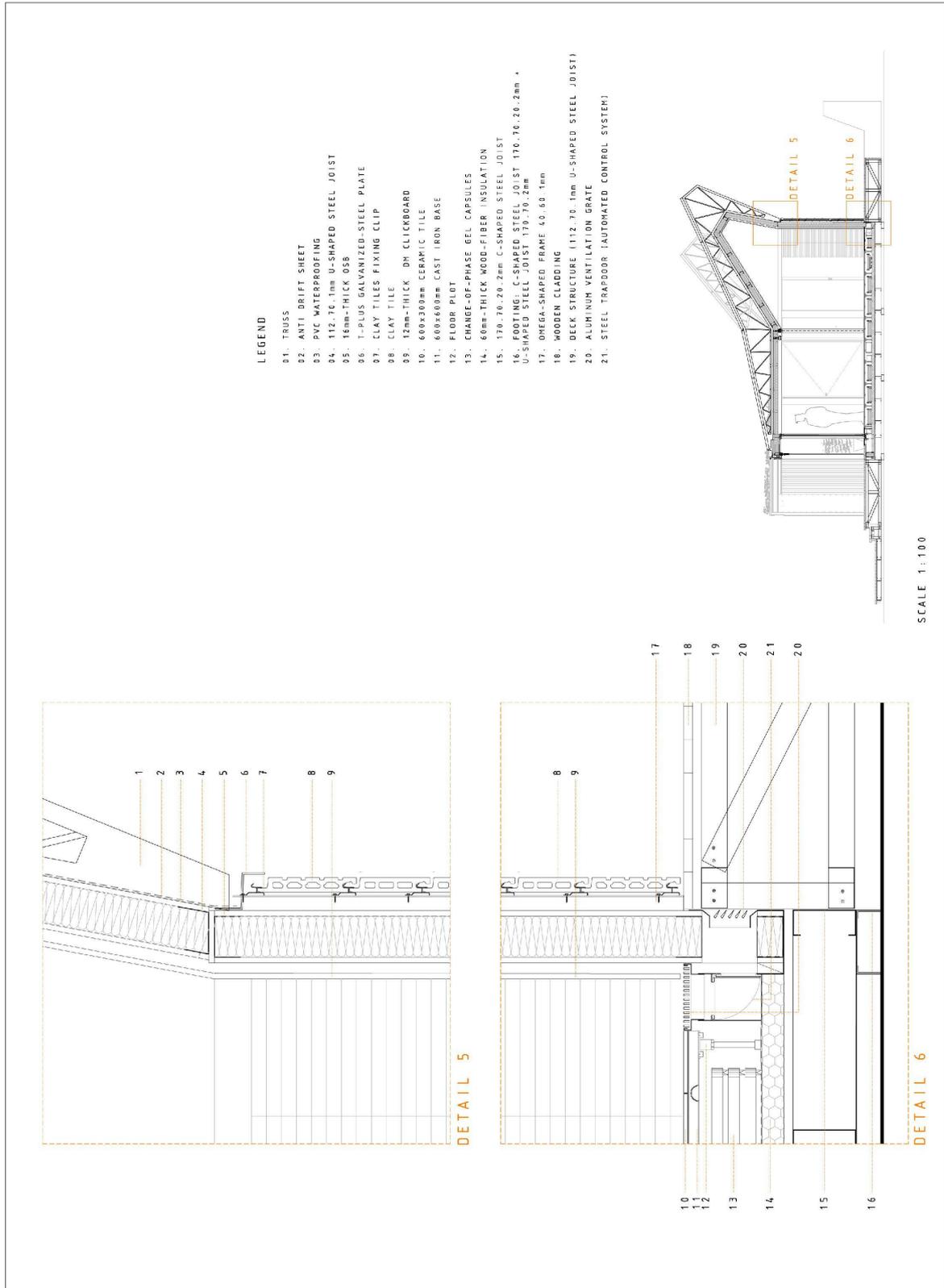
sezione trasversale (dinner room - lounge - office)

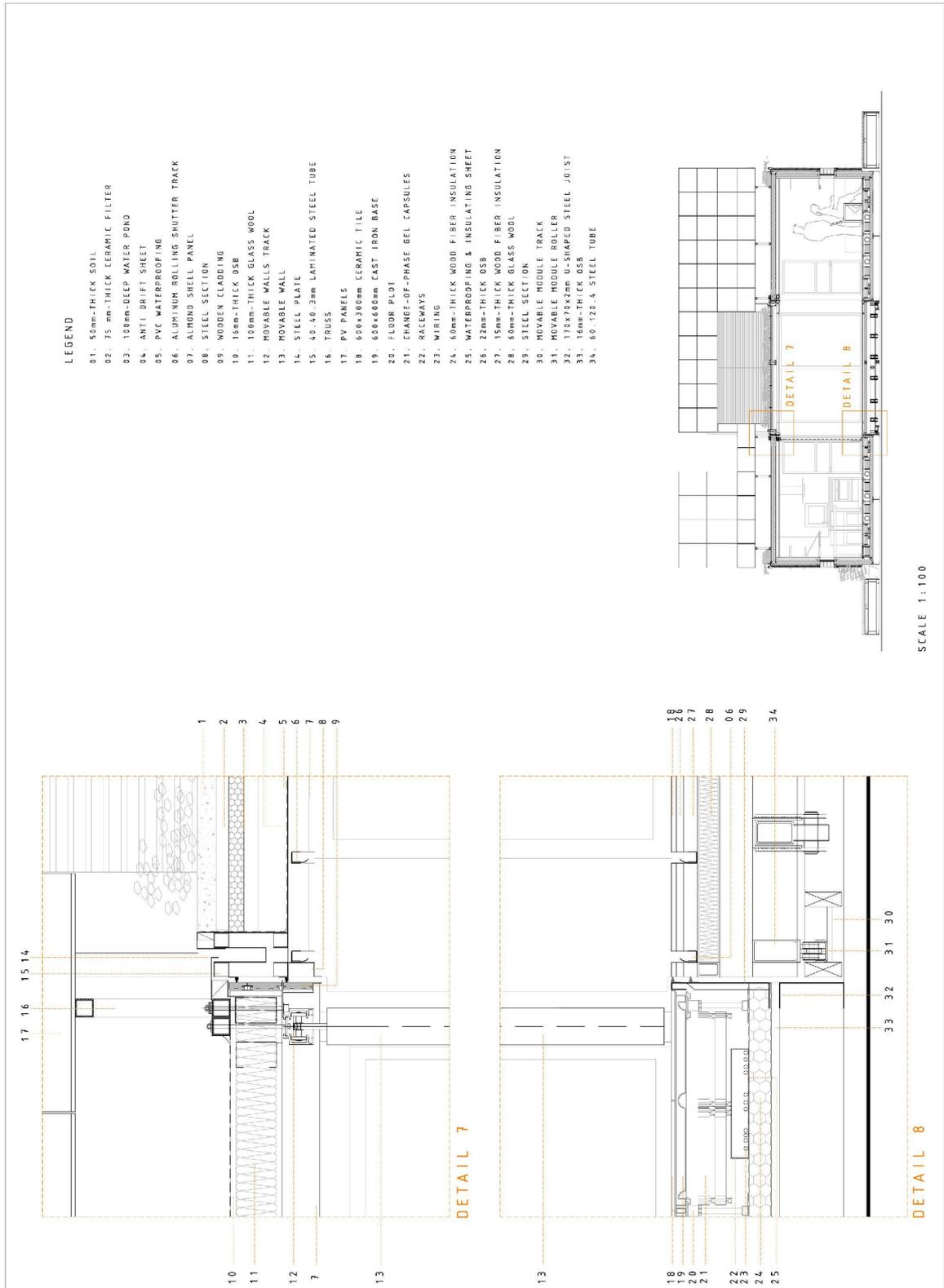


sezione trasversale (kitchen - bedroom)



sezione longitudinale (bedroom - office)





Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <p><i>in acciaio</i></p>  |
| | struttura di elevazione | <p><i>La struttura è costituita da elementi di acciaio galvanizzato (light galvanized-steel elements) - steel framing system - e pareti portanti in pannelli OSB</i></p>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <p><i>pavimento sopraelevato (piastrelle in ceramica) - materiale di cambiamento di fase change of phase gel capsules - isolamento in fibra di legno</i></p>  |
| | chiusura verticale | <p><i>= struttura di elevazione parete ventilata con rivestimento in ceramica</i></p>  |

| | | |
|--------------------|------------------------------|---|
| | chiusura superiore | <p><i>pannelli OSB - capriate in acciaio</i> una parte piana costituita da tetto verde un'altra da 9 capriate in acciaio di 5 forme differenti a cui sono avvitate elementi di alluminio che costituiscono la base d'appoggio dei pannelli fotovoltaici</p>  |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli in legno</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio

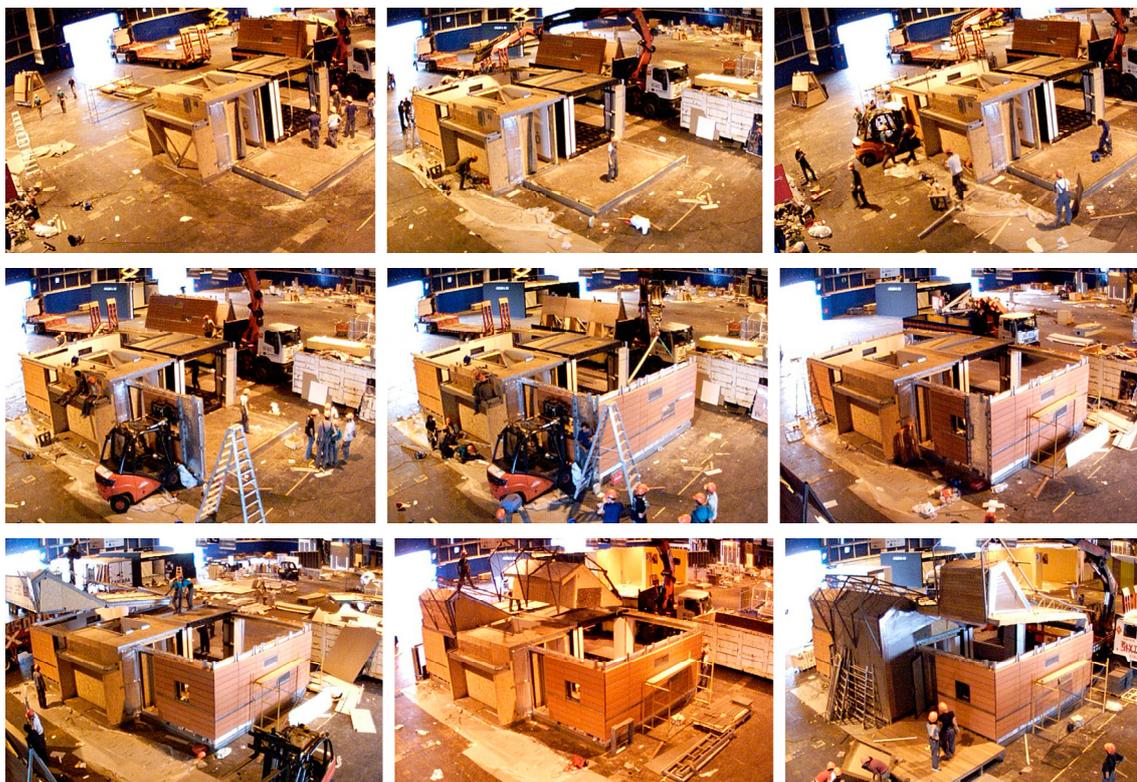
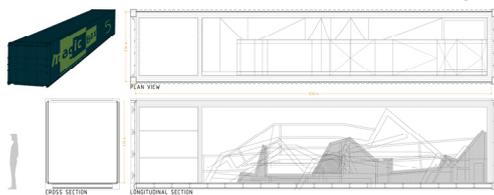
tipo di connessione/montaggio

difficile

media difficoltà

facile

fasi di montaggio (7 giorni)



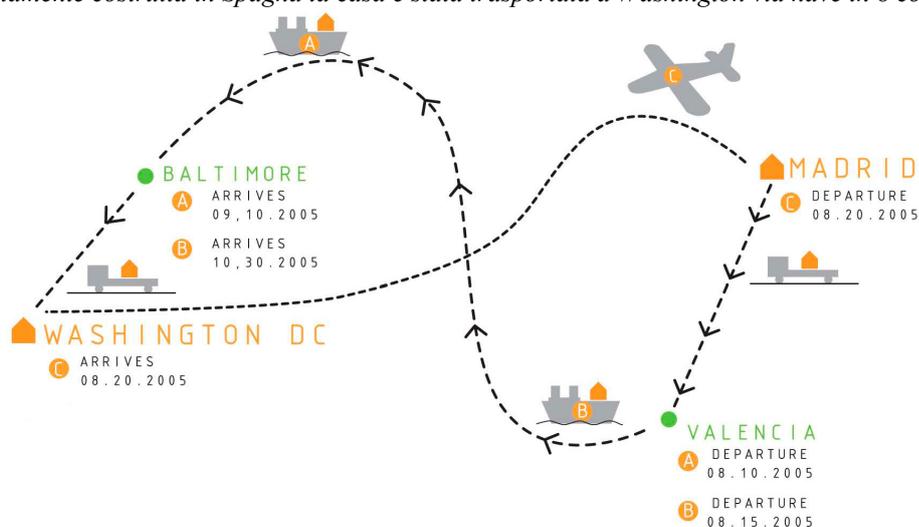
Trasporto

in loco

medio raggio²¹⁷

lungo raggio²¹⁸

Completamente costruita in Spagna la casa è stata trasportata a Washington via nave in 8 contenitori



²¹⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²¹⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Integrabilità²¹⁹ al contesto²²⁰ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²²¹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²²² | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

²¹⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²²⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²²¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

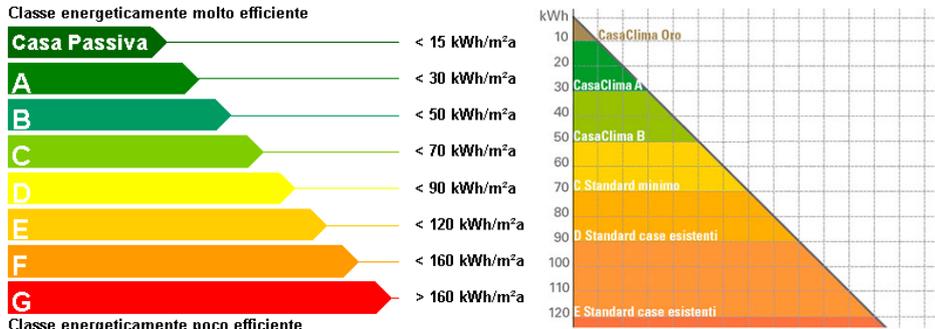
²²² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|---|
| Certificazione energetica | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> presente nome | | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | | buono/a | sufficiente |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> |
| | | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente

tipologia

consumi

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- *materiale a cambio di fase (change of phase gel capsules) in capsule posizionate nel pavimento tecnico - ventilation trapdoors, lockgates and grates (per il movimento dell'aria nel pavimento tecnico) (1)*
- *sistemi di schermatura solare (2)*
- *facciata ventilata (3)*
- *tetto verde (4)*
- *serra (2)*

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale)

presente

assente

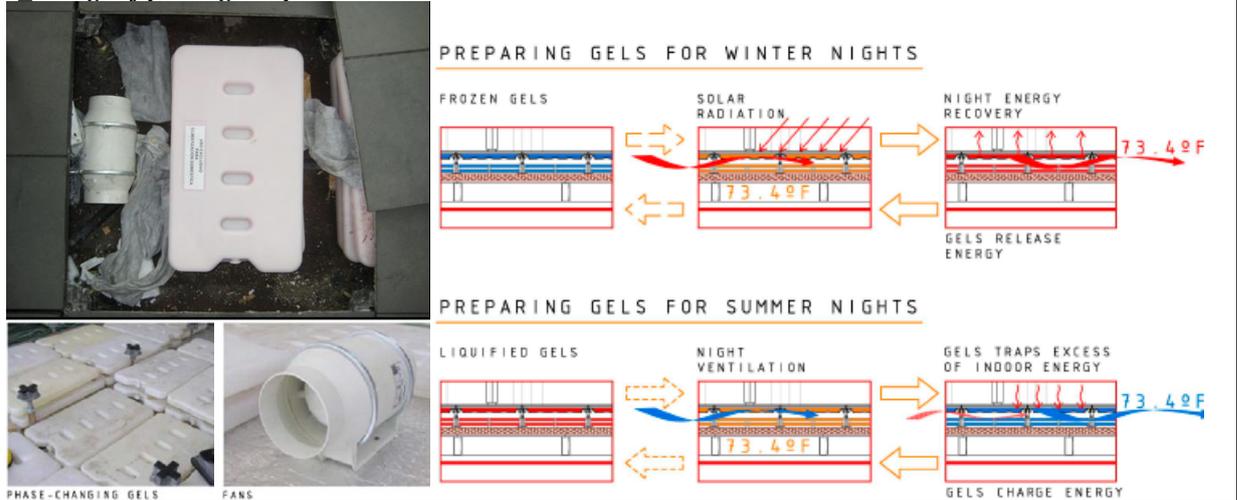
tipologia.....

consumi.....

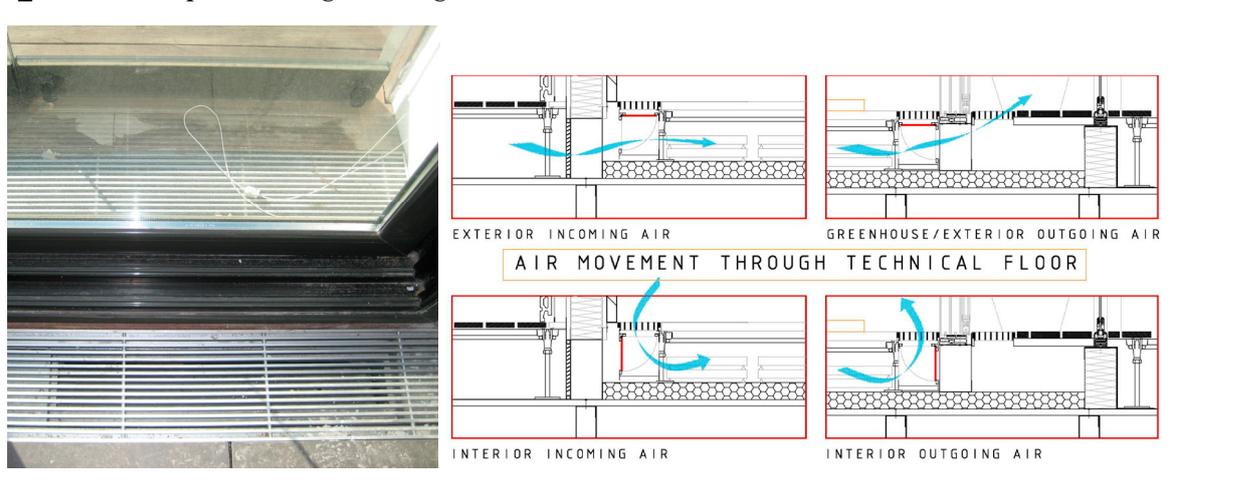
strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *materiale a cambio di fase (change of phase gel capsules) in capsule posizionate nel pavimento tecnico - ventilation trapdoors, lockgates and grates (per il movimento dell'aria nel pavimento tecnico) (1)*
- *sistemi di schermatura solare (2)*
- *facciata ventilata (3)*
- *tetto verde (4)*
- *patio*

1 change of phase gel capsules



1_ventilation trapdoors, lockgates and grates



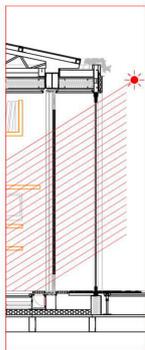
2_serra - sistemi di schermatura solare



WINTERTIME

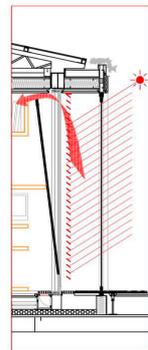
SUMMERTIME

DIRECT SOLAR RECEPTION



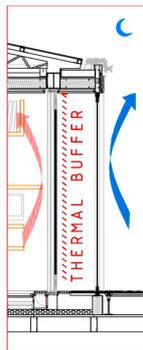
DAY

GREENHOUSE EFFECT



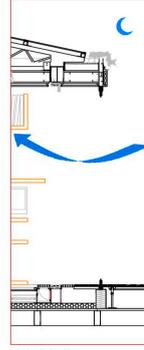
DAY

NIGHT INSULATION



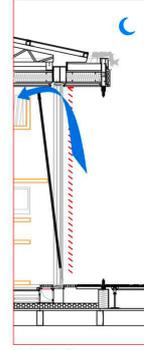
NIGHT

COMPLETE VENTILATION



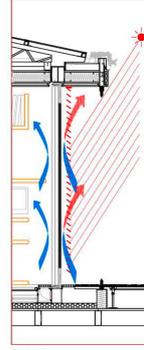
NIGHT

CONTROLLED VENTILATION



NIGHT

SHADING

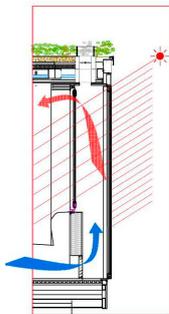


DAY

WINTERTIME

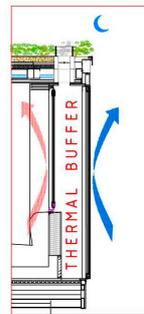
SUMMERTIME

DIRECT SOLAR CAPTURE AND PHOTOVOLTAIC CELLS HEATING



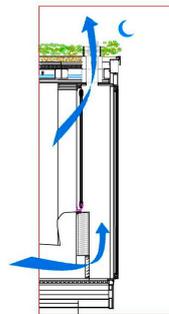
DAY

NIGHT INSULATION



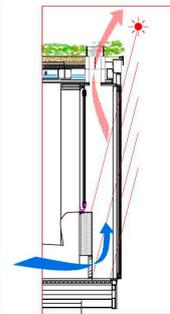
NIGHT

NIGHT VENTILATION



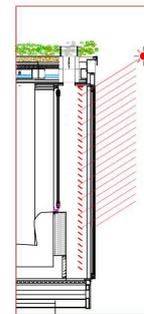
NIGHT

OVERHEATING VENTILATION



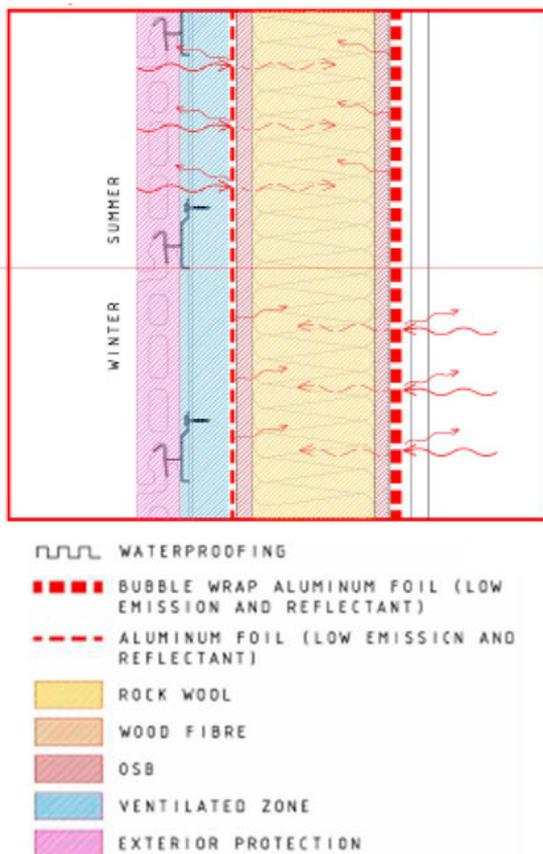
DAY

SHADING



DAY

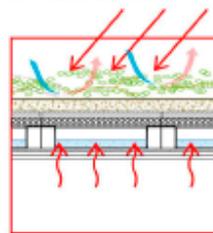
3_facciata ventilata



4_tetto verde

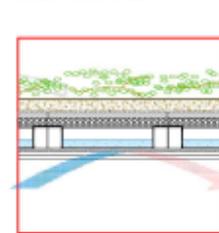
WATER WORKING IN SUMMER

WATER TRAPS EXCESS OF INDOOR ENERGY



DAY

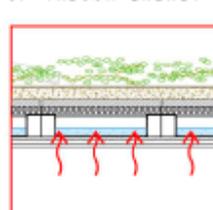
NIGHT VENTILATION



NIGHT

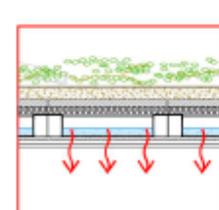
WATER WORKING IN WINTER

WATER TRAPS EXCESS OF INDOOR ENERGY



DAY

NIGHT ENERGY RECOVERY



NIGHT

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo illuminazione artificiale, elettrodomestici, ecc.

se presente fotovoltaico:

mq 63 (77 pannelli)

kWh prodotti 20 kWh al giorno di elettricità per gli elettrodomestici e le altre apparecchiature (compresa auto elettrica)



Disposizione pannelli fotovoltaici

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>se presenti pannelli solari:</i> | | |
| mq 6,72 | | |
| litri d'acqua calda prodotta 270 litri (2 serbatoi da 60 litri e uno da 150 litri) | | |

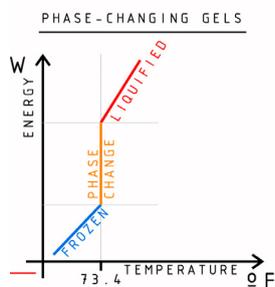


Locale tecnico (serbatoi per l'acqua calda)

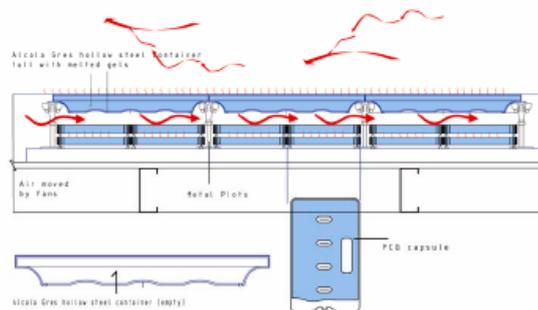
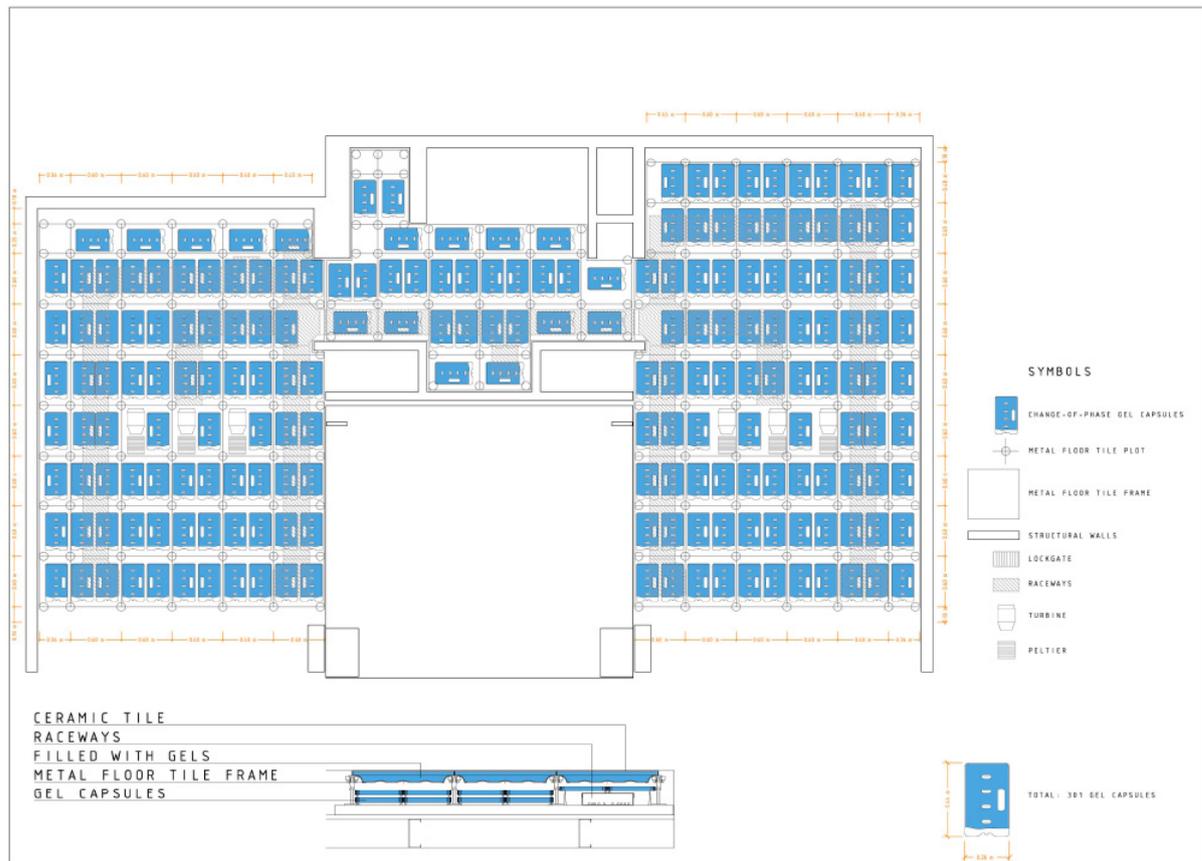
NOTA

La parte di maggiore interesse del progetto Magic Box è data dalle strategie energetiche adottate, il prototipo è infatti concepito per essere un edificio passivo con consumi inferiori ai 50 kWh/mqa, al fine di raggiungere questo obiettivo sia la forma che le tecnologie impiegate sono il risultato di un attento studio bioclimatico.

Tra le tecnologie innovative utilizzate le capsule con materiale a cambio di fase posizionate nel suolo tecnico che (come da schema pg.12) regolano la temperatura interna: nelle notti d'inverno rilasciando il calore ricevuto dalle radiazioni solari diurne ed in quelle estive determinano un abbassamento della temperatura interna grazie ai movimenti d'aria creati attraverso i ventilation trapdoors, le lockgates e le grates.



Capsule con materiale a cambio di fase



La volontà di inserire uno spazio patio, la cui progettazione ha un valore simbolico, essendo la citazione di un elemento tipico dell'architettura mediterranea, ha determinato l'utilizzo di una parete mobile, dal costo molto oneroso, permette di aprire e chiudere questo spazio in base alle esigenze. Va sottolineato che i maggiori problemi di umidità si possono localizzare nel soffitto proprio intorno a questo elemento mobile a causa dei ponti termici.



Problemi di umidità intorno alla parete mobile

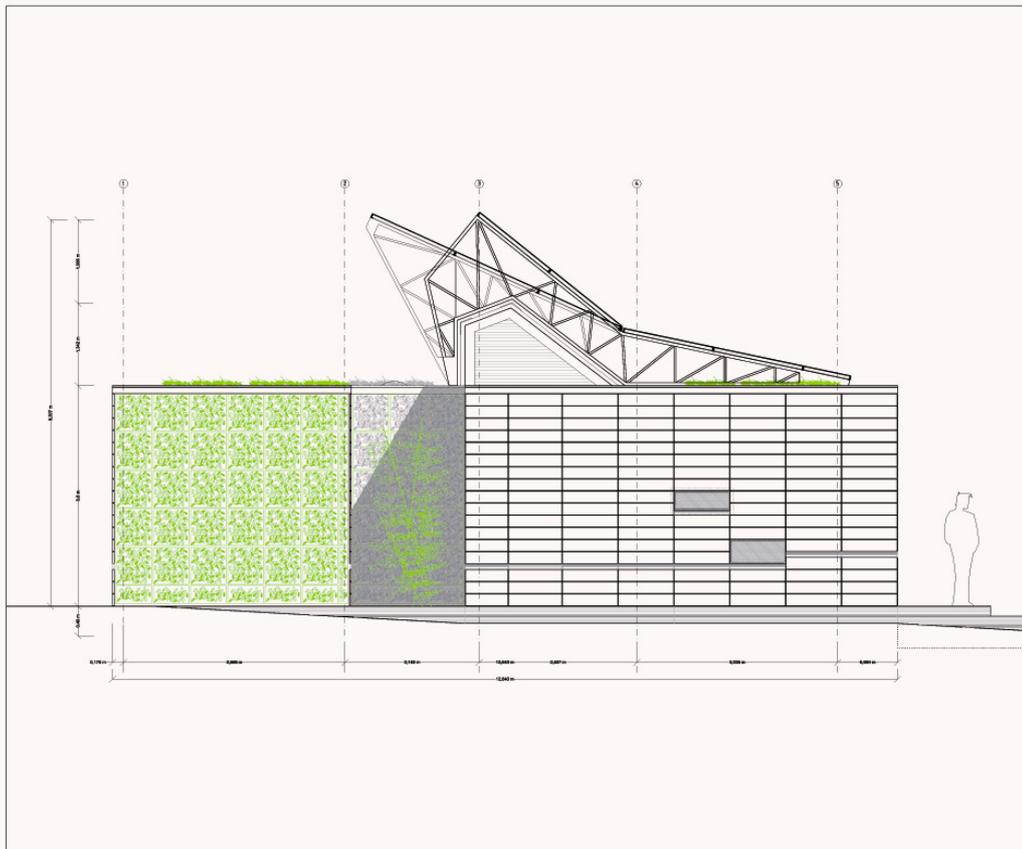
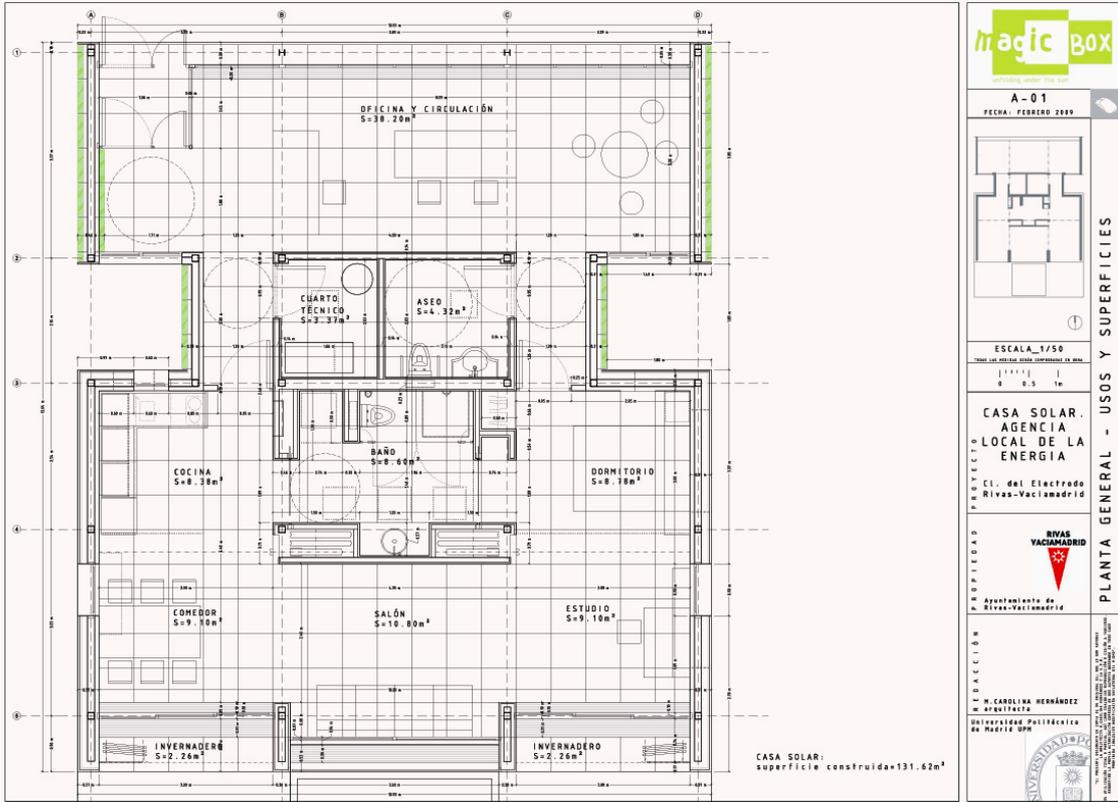
La copertura in pannelli fotovoltaici presenta differenti inclinazioni per massimizzare l'utilizzo della radiazione solare, ed è uno degli elementi che più caratterizzano la forma dell'edificio. L'elettricità ricavata dal fotovoltaico, immagazzinata in apposite batterie, è capace di soddisfare interamente il fabbisogno energetico dell'edificio.



Locale tecnico (batterie collegate ai pannelli fotovoltaici)

Il prototipo è la base di numerosi studi e perfezionamenti che si sono avuti nelle edizioni successive del concorso “Solar Decathlon” (2007- 2009, in corso di costruzione) ma cosa più interessante è oggetto di una progettazione “reale” per l’Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid che ha commissionato al Politecnico di Madrid di realizzare, entro dicembre 2009, un edificio per il suo ufficio di energia.

Progetto per l’Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid



PROGETTO FUJY

FUJY – Naturalmente Architettura – è un’iniziativa imprenditoriale dedicata esclusivamente alla costruzione sostenibile standardizzata che si sviluppa grazie all’appoggio delle imprese spagnole leaders del settore.

Nasce in Spagna nel 1999 dall’idea dell’architetto italiano Luca Lancini. Il Progetto Pilota della società Fujy è rappresentato da una villa unifamiliare costruita secondo i criteri dell’architettura sostenibile e capace di garantire un risparmio energetico fino al 39%.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | PROGETTO FUJY |
| ubicazione | El Escorial (Comune nei pressi di Madrid) |
| progettisti | Luca Lancini - equipe Fujy <i>Con la collaborazione di: Centro de Eficiencia Energética de UNION FENOSA Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Institut Gaudí de la Construcció, Comunidad de Madrid Comune di El Escorial Comune di Brescia “ città sostenibile</i> |
| committente/proprietario | Mayte Ariza de Alberti |
| impresa costruttrice | |
| data di realizzazione | giugno 2005 |
| tempi di costruzione | 2003 - giugno 2005 |
| costi di costruzione | |
| superficie | 340 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su misura” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica clima mediterraneo

CLIMA CALDO caldo secco caldo umido

CLIMA FREDDO freddo secco freddo umido

CLIMA TEMPERATO temperato freddo temperato temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*

Procedimento costruttivo
(artigianale) artigianale evoluto²²³ industrializzato²²⁴

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec XX sec XXI sec

Tecnica costruttiva
(tradizionale) industrializzato o per componenti²²⁵ mista²²⁶

Tipologia di industrializzazione
sistema chiuso closed systems sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²²⁷ alto medio basso

Grado di innovazione²²⁸
basso alto medio

Tipologia strutturale
struttura a telaio skeleton systems struttura a pannelli portanti panel systems
struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto - Project description

Il “Progetto Fujy” sfrutta differenti sistemi per garantire un basso impatto ambientale durante il suo ciclo di vita utile: costruzione, uso e possibile riciclo/riutilizzo. Le principali caratteristiche sono:

- Integrazione urbanistica con il paesaggio grazie al disegno bioclimatico dell’edificio che presenta in ogni esposizione un trattamento differente delle facciate e degli spazi di illuminazione e ventilazione.
- Uso di legno di provenienza certificata.
- Integrazione nel progetto di diversi sistemi passivi
- Risparmio delle energie non rinnovabili e dell’acqua



facciata Sud, facciata Nord

²²³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

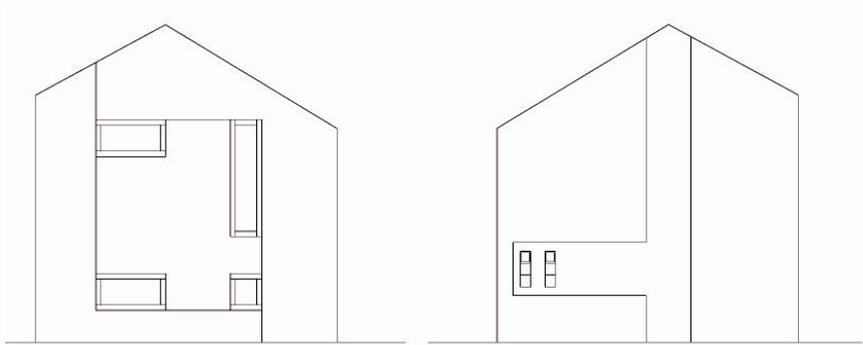
²²⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²²⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

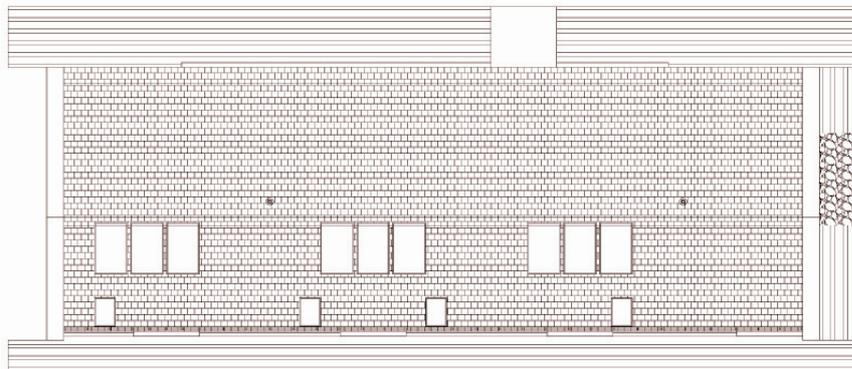
²²⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²²⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

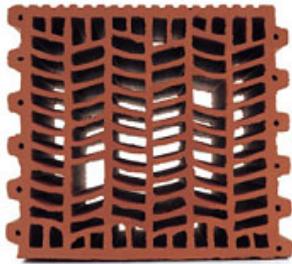
²²⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”



facciata Est – facciata Ovest



pianta primo e secondo livello, pianta delle coperture

| Sistema tecnologico <i>technological system</i> (norme UNI 8290 del 1981) | | |
|--|--------------------------------|---|
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità tecnologiche | |
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>travi rovesce in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <i>struttura portante in legno certificato (per la costruzione si sono utilizzate gru con propulsore a gas)</i> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>solaio in c.a.</i> |
| | chiusura verticale | <i>Pareti perimetrali in Termoarcilla® (blocco ceramico di bassa densità con proprietà termo-acustiche)</i>  |
| | chiusura superiore | <i>copertura a doppia falda in legno</i>  |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>pannelli OSB</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>solaio in legno</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²²⁹ lungo raggio²³⁰

²²⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Integrabilità²³¹ al contesto²³²

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

ASPETTO

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²³³ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²³⁴ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

²³⁰ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²³¹ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²³² Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²³³ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

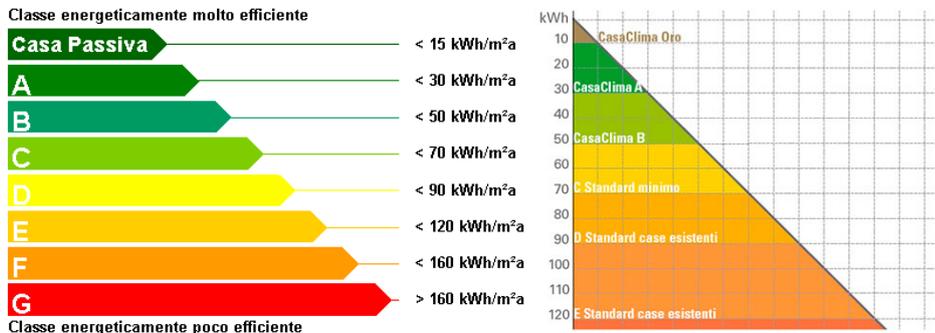
²³⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> presente nome | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> | <i>mediocre</i> |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Grandi vetrate sulla facciata esposta a Sud
- Alto isolamento termico della struttura
- Impiego di materiali a elevata massa termica
- Tripli vetri
- Caldaia elettronica modulante a condensazione di alto rendimento
- Riscaldamento a pavimento
- Serra

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale)

presente

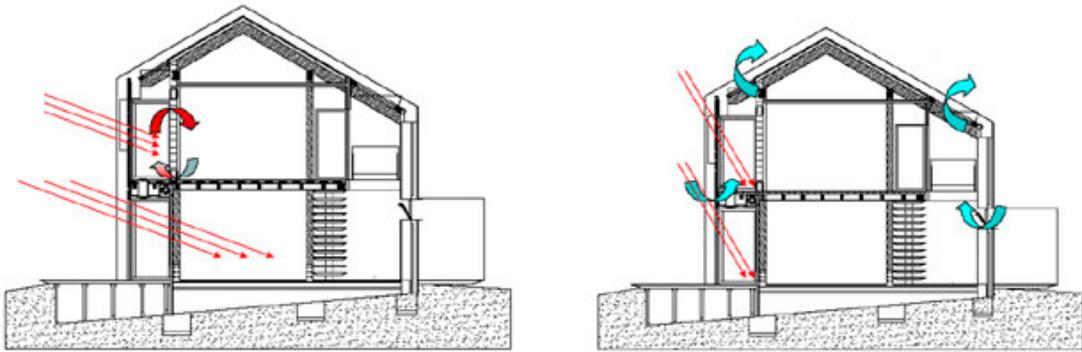
assente

tipologia.....

consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- Impiego di materiali a elevata massa termica
- Sistemi di schermatura solare (brise soleil)
- Sistema di refrigerazione per pavimento radiante inverso per raffreddamento a gas propano
- Finestre per tetti per migliorare la ventilazione estiva



Schemi relativi al soleggiamento e alla ventilazione



A sinistra: schermature facciata Sud, a destra: facciata Nord

Elettricità

rete pubblica

pannelli fotovoltaici collegati alla rete

autonomo

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente

assente

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie

regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti

impianti produzione acqua calda

se presenti pannelli solari:

9 pannelli solari (mq litri di acqua calda prodotti)

R4HOUSE

R4house è un prototipo nato dall'idea dell'architetto spagnolo Luis De Garrido che partendo dall'assemblaggio di 6 containers marittimi si pone l'obiettivo di realizzare un edificio che coniughi differenti aspetti dell'architettura ecologica, riassunti nella sua stessa denominazione: *Recupero, Riutilizzo, Riciclo, Riflessione*.



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | R4HOUSE |
| ubicazione | Manifestazione fieristica “Construmat 2007”- Barcellona |
| progettisti | Luis De Garrido |
| committente/proprietario | La Asociación Nacional de Arquitectura Sostenible (ANAS), con la Asociación Nacional para la Vivienda del Futuro (ANAVIF) e il Directorio Nacional de Empresas para la Arquitectura Sostenible (DINAS) |
| impresa costruttrice | |
| data di realizzazione | Maggio 2007 |
| tempi di costruzione | |
| costi di costruzione | 135.000 euro per il prototipo presentato al <i>Construmat</i> (ma per un'abitazione minima di 30 mq è previsto un costo di 25.000 euro e per una R4house base 72.000 euro) |
| superficie | 180 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su progetto” |

Zona climatica

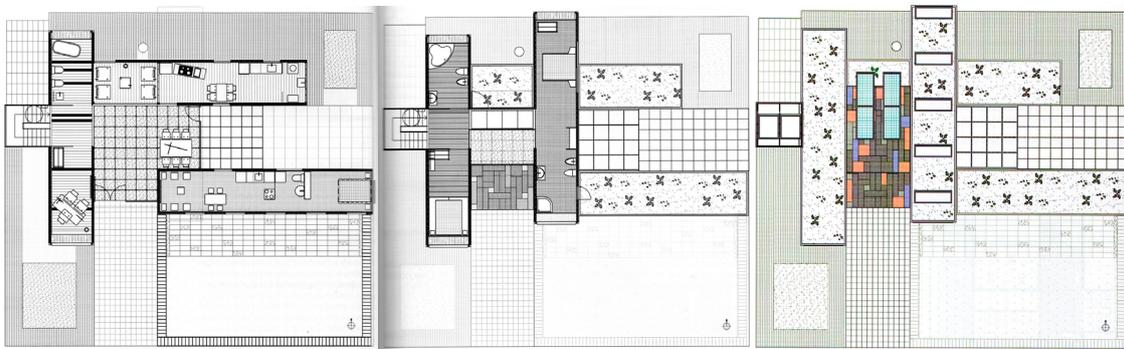
Specificare la zona climatica clima mediterraneo
 CLIMA CALDO caldo secco caldo umido
 CLIMA FREDDO freddo secco freddo umido
 CLIMA TEMPERATO temperato freddo temperato temperato caldo

Aspetti tecnologici technological aspects

Procedimento costruttivo
 (artigianale) artigianale evoluto²³⁵ industrializzato²³⁶
Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec XX sec XXI sec
Tecnica costruttiva
 (tradizionale) industrializzato o per componenti²³⁷ mista²³⁸
Tipologia di industrializzazione
sistema chiuso closed systems sistema aperto open systems
Grado di industrializzazione²³⁹ alto medio basso
Grado di innovazione²⁴⁰ alto medio basso
Tipologia strutturale
struttura a telaio skeleton systems struttura a pannelli portanti panel systems
struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

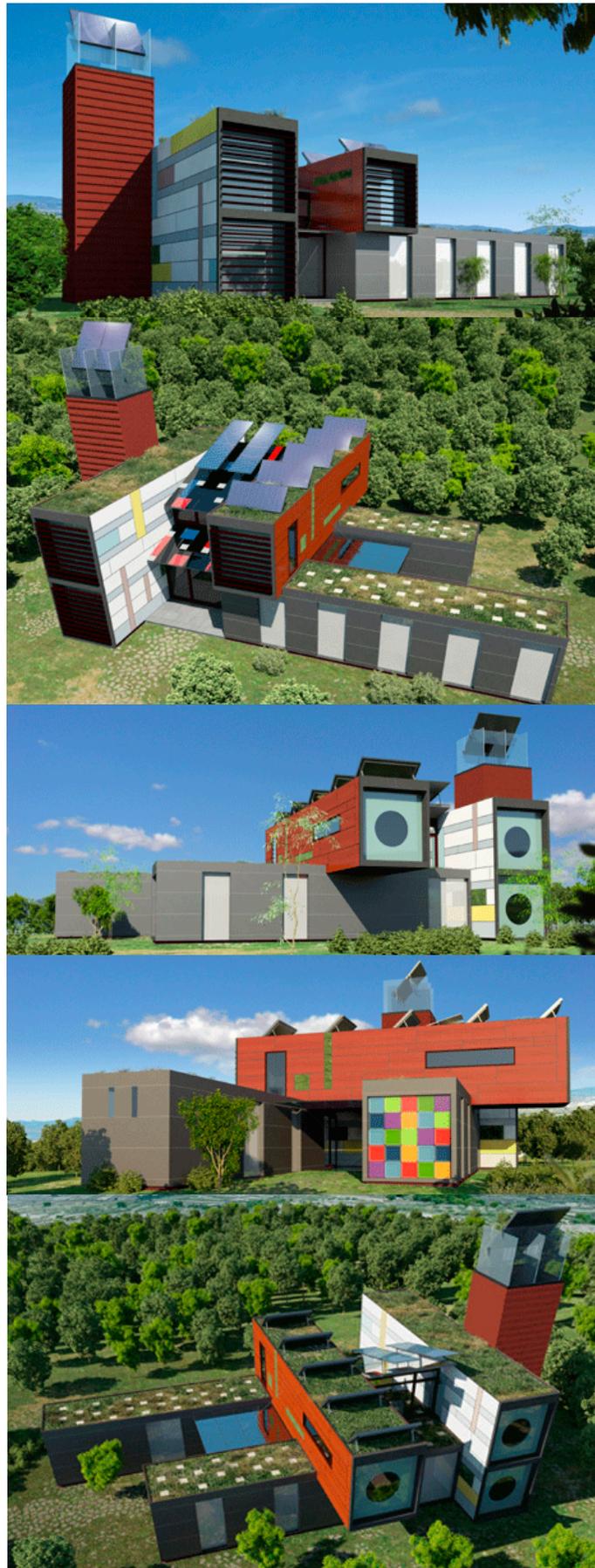
Descrizione progetto - Project description

“R4house” è un progetto che si propone di dimostrare, in modo indubbiamente provocatorio e sostenuto da una grande operazione pubblicitaria, la possibilità di sviluppare un’abitazione flessibile attraverso l’aggregazione di più containers ognuno dei quali della superficie di 30 mq. Da un modulo minimo si può raggiungere fino alla superficie di 180 mq.



pianta primo piano, secondo piano, pianta delle coperture

²³⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²³⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²³⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²³⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²³⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁴⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”



Immagini render del progetto

Sistema tecnologico *technological system* (norme UNI 8290 del 1981)



| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|---|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>Pannelli sandwich</i> |
| | struttura di elevazione | <i>Modulo tridimensionale in Cfs</i> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>Pannelli sandwich</i> |
| | chiusura verticale | <i>Pannelli sandwich</i> |
| | chiusura superiore | <i>Pannelli sandwich</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>Pannelli sandwich e pannelli sandwich in vetro</i> <i>(Se trata de un diseño muy original utilizado por primera vez en este prototipo. Se compone de un conjunto de 20 paneles prefabricados de vidrio doble con una cámara de 25 mm. En esta cámara se han introducido diferentes tipos de material aislante, y también residuos. En concreto: restos de vidrio triturado de colores, lana de oveja tintada, cáñamo coloreado, polietileno...e incluso canicas usadas. Estos pñeles se han utilizado en tres lugares diferentes: recubrimiento de paredes interiores, paneles separadores y vidrios exteriores. El resultado sorprende tanto por su capacidad de aislamiento, como por sus enormes e interesantes posibilidades estéticas. Los vidrios se han utilizado tanto en el exterior, como en el interior de la vivienda.)</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>Pannelli sandwich</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile



Trasporto

in loco medio raggio²⁴¹ lungo raggio²⁴²

²⁴¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁴² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| acustico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| luminoso | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁴³ al contesto²⁴⁴ | | | |
| climatico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| materico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁴⁵ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²⁴⁶ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

²⁴³ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁴⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁴⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

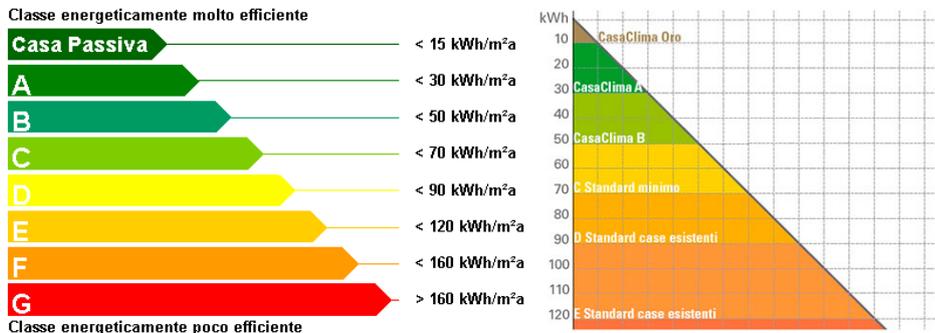
²⁴⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> presente nome | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

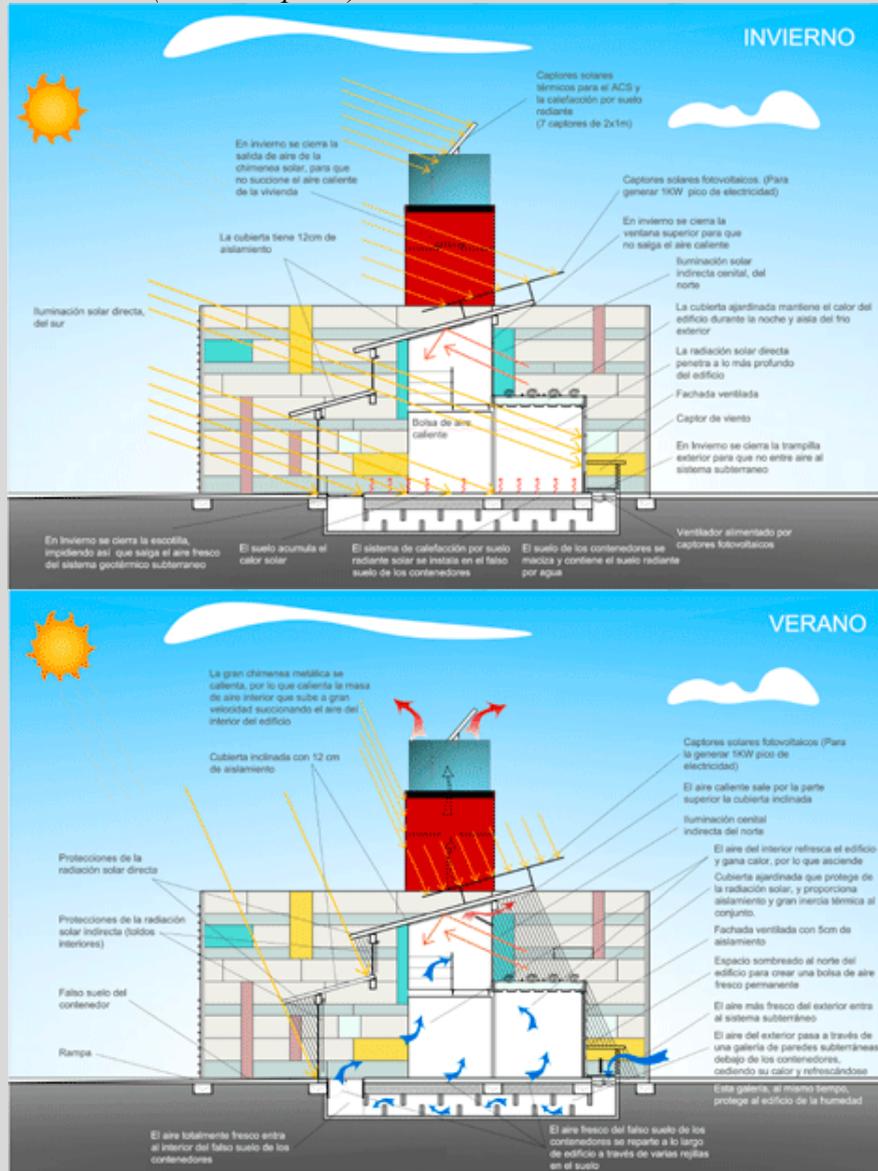
- Maggiori aperture sul prospetto esposto a Sud
- Tetto verde
- Riscaldamento a pavimento
- Isolamento termico
- Facciata ventilata (in alcuni punti)

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *Tetto verde*
- *Sistemi di schermatura solare*
- *Camino di ventilazione*
- *Sistemi di ventilation trapdoors, lockgates and grates (un sistema geotérmico subterráneo de refresco del aire, un sistema de distribución del aire fresco por los falsos suelos de la viviendas)*
- *Facciata ventilata (in alcuni punti)*



Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo

se presente fotovoltaico:
pannelli fotovoltaici (mq.....kWh prodotti)

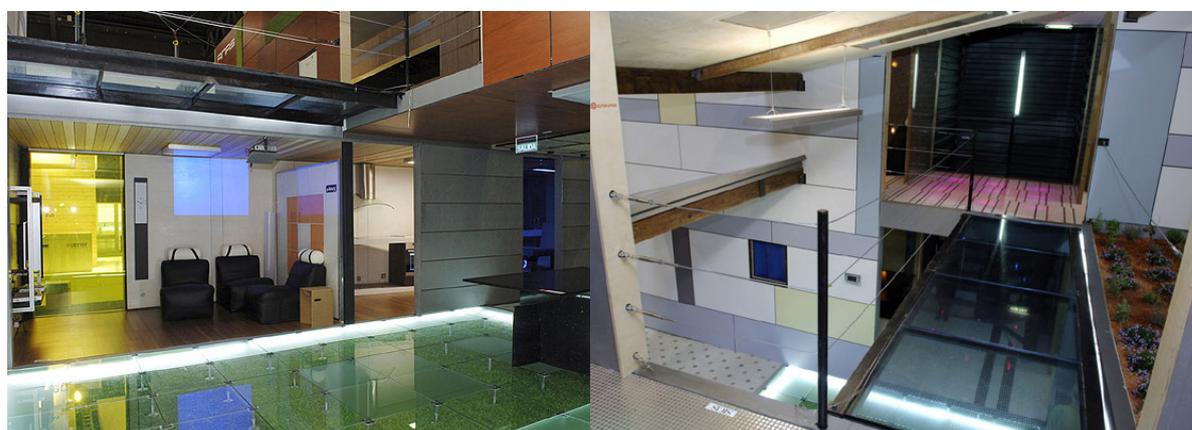
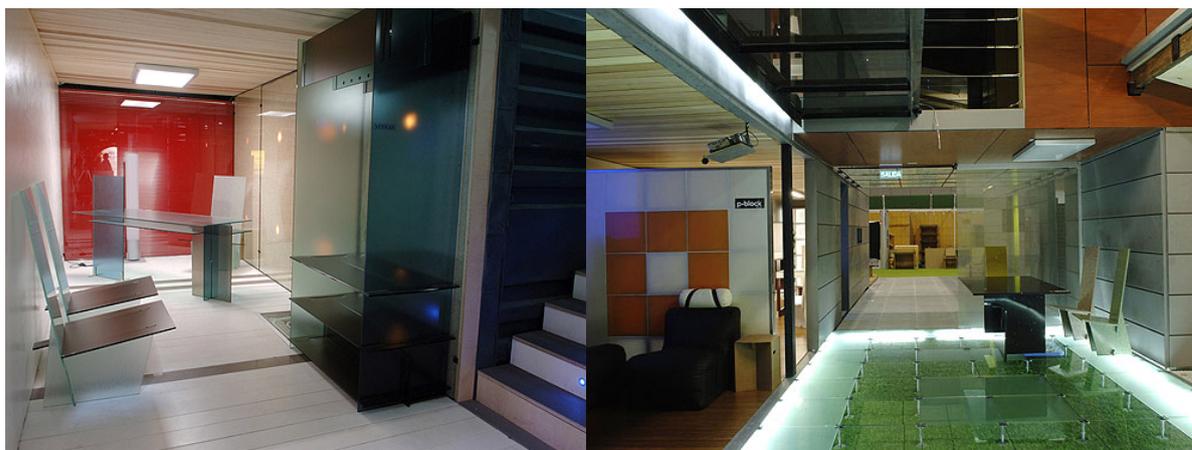
Gestione dell'acqua

- impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane
- impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche
- impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie
- regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti
- impianti produzione acqua calda

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:
collettori solari (...mq 300 litri di acqua calda prodotti)

Alcune immagini degli interni



ATIKA

Il prototipo Atika nasce dalla volontà della Velux s.p.a., azienda produttrice di finestre per tetti, di promuovere i propri prodotti attraverso la sperimentazione di nuove soluzioni architettoniche che utilizzino la progettazione bioclimatica e tecnologie per il risparmio energetico.

Disegnata dai progettisti spagnoli Roberto Aparicio e Javier Aja Cantalejo dello studio Acxt/Idom l'edificio è stato presentato prima in Spagna (Bilbao) e successivamente in Italia (presso l'Auditorium di Renzo Piano a Roma).



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | ATIKA |
| ubicazione | Bilbao - Roma |
| progettisti | Roberto Aparicio e Javier Aja Cantalejo di Acxt/Idom |
| committente/proprietario | Azienda Velux spa |
| impresa costruttrice | |
| data di realizzazione | 2007 Bilbao /maggio 2008 Roma |
| tempi di costruzione | Meno di un mese |
| costi di costruzione | |
| superficie | 100 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

CLIMA CALDO

CLIMA FREDDO

CLIMA TEMPERATO

clima mediterraneo

caldo secco

freddo secco

temperato freddo

temperato

caldo umido

freddo umido

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto²⁴⁷

industrializzato²⁴⁸

Possibile datazione (sistema costruttivo)

XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti²⁴⁹

mista²⁵⁰

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²⁵¹

alto

medio

basso

Grado di innovazione²⁵²

alto

medio

basso

Tipologia costruttiva *system building*

struttura a telaio *skeleton systems*

struttura a pannelli portanti *panel systems*

struttura tridimensionale di tipo cellulare *modular systems*

²⁴⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁴⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁴⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁵⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁵¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁵² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

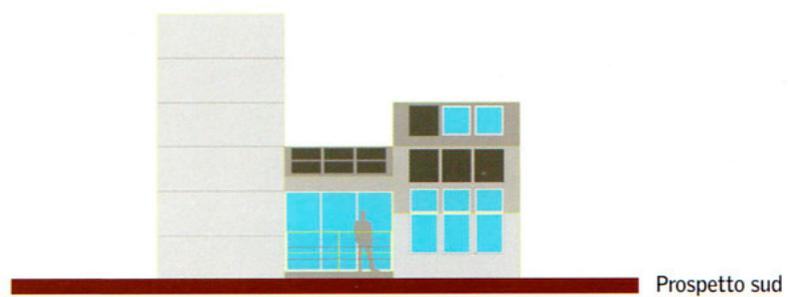
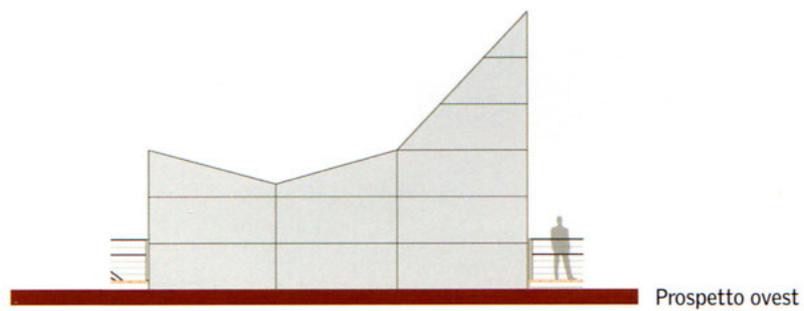
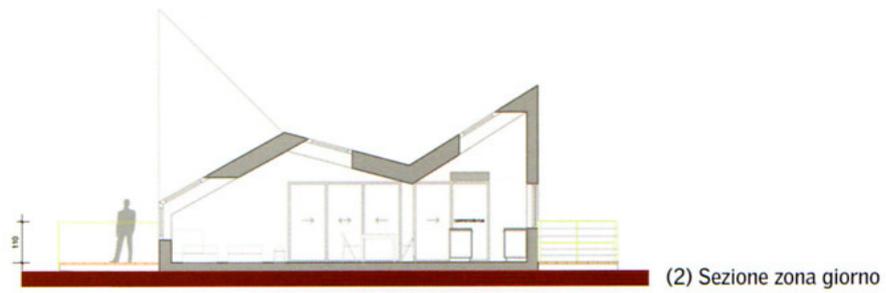
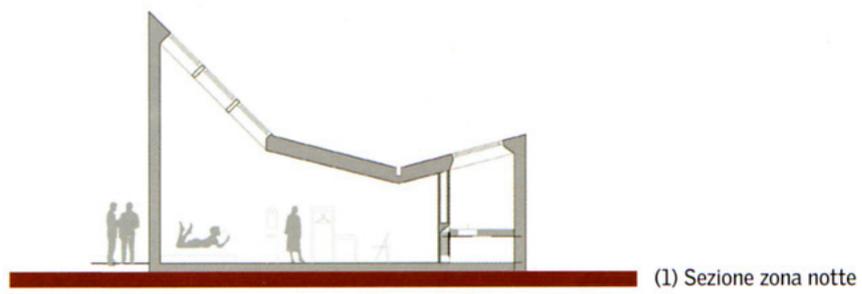
Descrizione progetto- Project description

Atika presenta una pianta quadrata suddivisa in tre blocchi rettangolari: ingresso-patio, living-cucina, zona notte-bagno.

Uno degli elementi caratterizzanti l'edificio sono quelle che i progettisti definiscono "inclinazioni funzionali", le inclinazioni del tetto, infatti, sono disegnate considerando l'angolo di incidenza dei raggi solari nelle diverse stagioni e variano dai 30° utili nella stagione invernale ai 50° utili durante le stagioni primaverile e autunnale, ai 70° utili in estate. Ciò permette di ottenere buoni livelli di illuminamento durante l'intero arco dell'anno, e migliorare l'efficienza energetica dell'edificio.



Pianta del prototipo



Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>in acciaio, nel caso specifico del montaggio a Roma, anche se Atika nasce per essere "appoggiata" a qualsiasi tipo di edificio preesistente</i>  |
| | struttura di elevazione | <i>telaio in acciaio galvanizzato</i> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>Piastrelle in ceramica - dim. 44x44 cm Massetto di livellamento in calcestruzzo Materiale isolante - spessore 14 mm</i> |
| | chiusura verticale | <i>Pannelli di rivestimento esterni in laminato ad alta densità incollati alla struttura portante - spessore 8 mm Lamiera grecata in acciaio galvanizzato Doppio pannello isolante - spessore 50 mm - densità 40 kg/m³ Pannello isolante singolo - spessore 60 mm - densità 30 kg/m³ Telaio in acciaio galvanizzato - spessore 70 mm, isolamento tra travetti - spessore 60 mm Doppio strato di cartongesso - spessore 13 mm Tinteggiatura bianca</i>  |
| | chiusura superiore | <i>Pannelli di rivestimento esterni in laminato ad alta densità incollati alla struttura - spessore 10 mm Lamiera grecata in acciaio galvanizzato Listelli Membrana impermeabilizzante Pannelli isolanti rigidi - spessore 80 mm - densità 150-220 kg/m³ Pannelli isolanti rigidi - spessore 80 mm - densità 150 kg/m³ Lamiera grecata in acciaio galvanizzato - spessore fogli 0,6 mm - altezza greche 37 e 43 mm Profili di ancoraggio in acciaio galvanizzato Doppio strato di cartongesso Tinteggiatura bianca</i>  |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>Pannelli sandwich</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²⁵³ lungo raggio²⁵⁴

²⁵³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁵⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁵⁵ al contesto²⁵⁶ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁵⁷ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²⁵⁸ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

²⁵⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁵⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁵⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

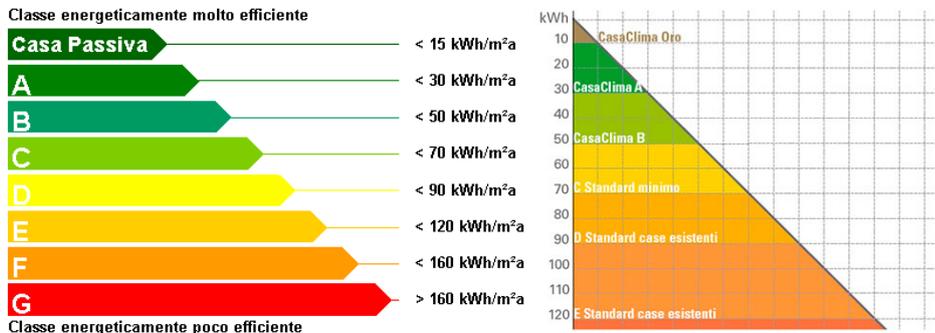
²⁵⁸ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|----------------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente nome Casa Clima A+ | | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- "inclinazioni funzionali" della copertura (1)
- pannelli radianti a pavimento
- serra (2)

Condizionamento estivo

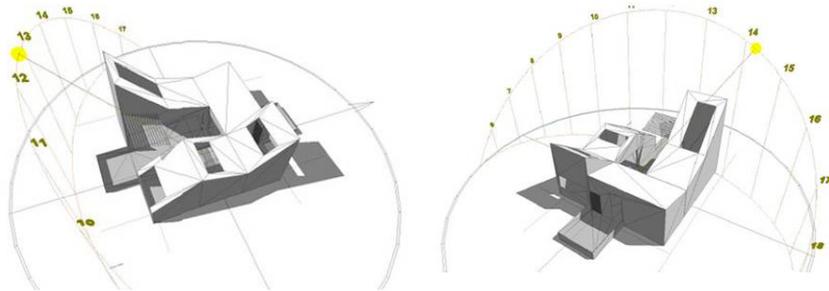
impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- "inclinazioni funzionali" della copertura (1)
- sistemi di schermatura solare

- *effetto camino dato dal posizionamento delle finestre (3)*
- *patio – vasca termoregolatrice*
- *Tecnologia Solar Cooling (4)*

1_ "inclinazioni funzionali della copertura"



Le "inclinazioni funzionali" permettono di ottenere buoni livelli di illuminamento durante l'intero arco dell'anno, e migliorare l'efficienza energetica dell'edificio. Le inclinazioni del tetto, disegnate dall'angolo di incidenza dei raggi solari nelle diverse stagioni, variano dai 30° utili nella stagione invernale, ai 50° utili durante le stagioni primaverile e autunnale, ai 70° utili in estate.

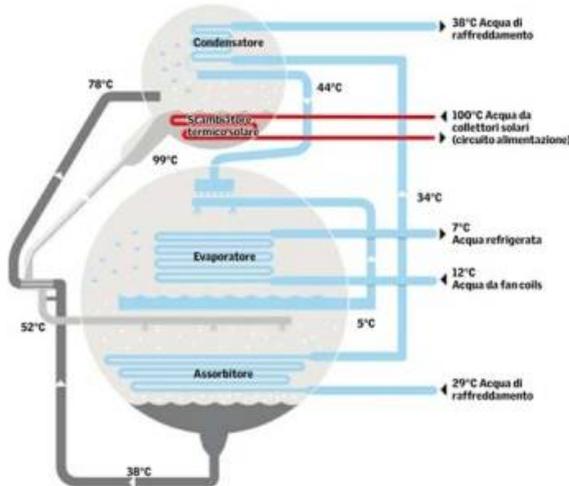
2_serra



3_effetto camino dato dal posizionamento delle finestre



4_ Tecnologia Solar Cooling



Per la climatizzazione estiva è utilizzata la Tecnologia Solar Cooling che permette di trasformare l'energia termica prodotta dal sistema solare in "aria fredda".

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:

11 collettori solari - superficie di circa 10 m² - installati sulle falde a sud (angolo variabile fra i 15° e i 60°)

acqua calda prodotta 700 litri

SMART HOUSE

SmartHouse prodotta e commercializzata dall'azienda italiana Mapo Group, è un edificio autosufficiente che rientra nello standard passivhaus e quindi in classe A, realizzato in provincia di Arezzo. I consumi sono ridotti di un terzo rispetto a quelli stabiliti dalla legge: 25kWh/m²/anno rispetto ai 90/110 kWh/m²/anno di media, il che determina un notevole risparmio economico, 539 euro contro i 1900 euro di un'abitazione tradizionale.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | SMART HOUSE |
| ubicazione | Memmenano Poppi (Arezzo) |
| progettisti | Mapo Group Prefabbricati con la collaborazione con il Dipartimento di Energetica dell'Università di Firenze |
| committente/proprietario | Mapo Group Prefabbricati |
| impresa costruttrice | Mapo Group Prefabbricati |
| data di realizzazione | Maggio 2008 |
| tempi di costruzione | 1 settimana per la struttura e massimo 8 settimane per le finiture |
| costi di costruzione | |
| superficie | 180 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "chiavi in mano" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

CLIMA CALDO

CLIMA FREDDO

CLIMA TEMPERATO

clima mediterraneo

caldo secco

freddo secco

temperato freddo

caldo umido

freddo umido

temperato temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*

Procedimento costruttivo
(artigianale) *artigianale evoluto*²⁵⁹ *industrializzato*²⁶⁰

Possibile datazione *(sistema costruttivo)* *XVIII-XIX sec* *XX sec* *XXI sec*

Tecnica costruttiva
(tradizionale) *industrializzato o per componenti*²⁶¹ *mista*²⁶²

Tipologia di industrializzazione
 sistema chiuso closed systems *sistema aperto open systems*

Grado di industrializzazione²⁶³ *alto* *medio* *basso*

Grado di innovazione²⁶⁴
basso *alto* *medio*

Tipologia strutturale
 struttura a telaio skeleton systems *struttura a pannelli portanti panel systems*
 struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto - *Project description*

SMARThouse, la cui struttura è realizzata in soli 7 giorni, è una costruzione antisismica che può variare dai 60 mq ai 150 mq. La Mapo group ha concepito differenti tipologie che si dispongono su un solo livello o due.



²⁵⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

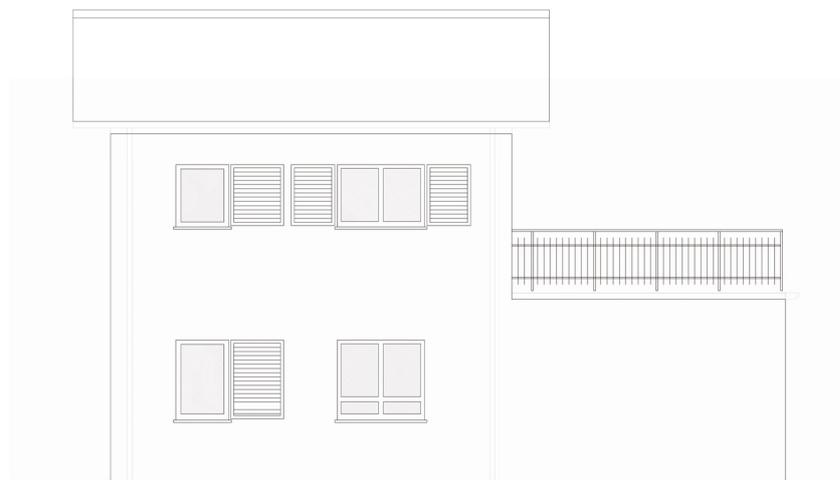
²⁶⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁶¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

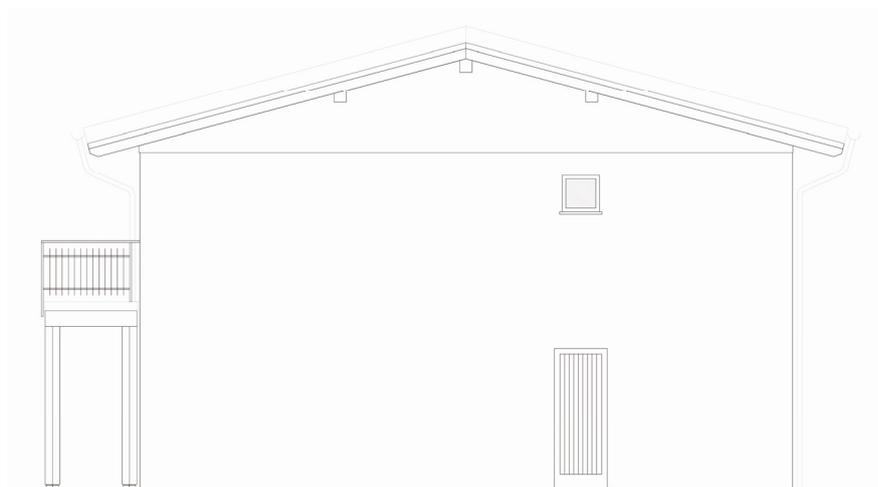
²⁶² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁶³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁶⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”



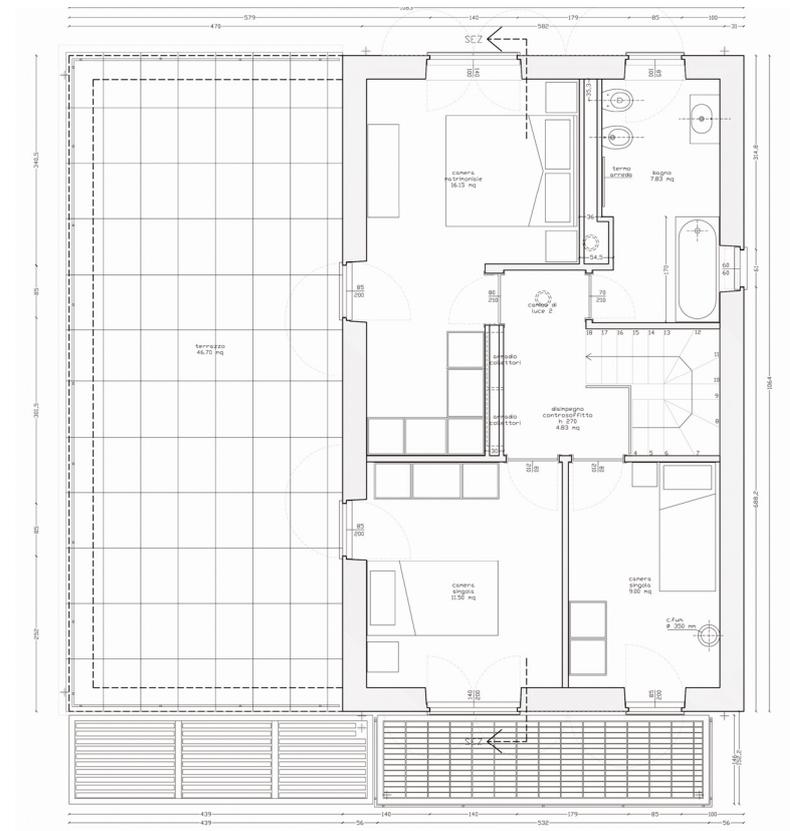
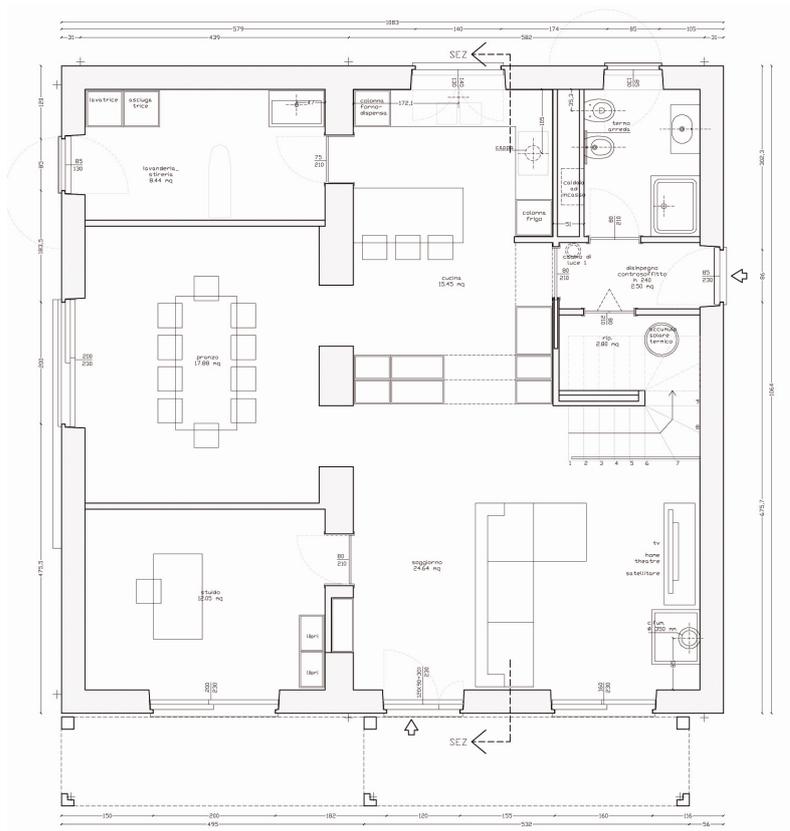
prospetto Nord



prospetto Est

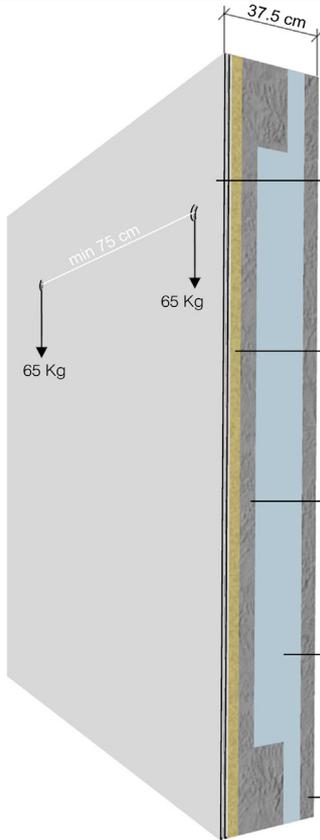
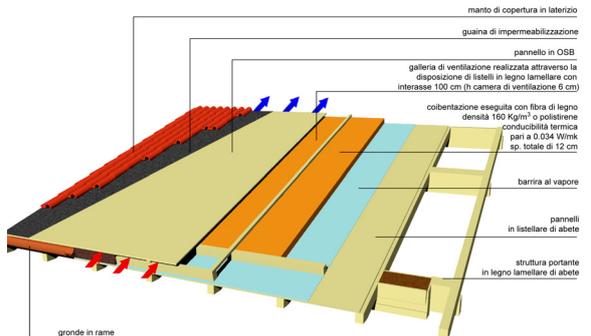


prospetto Ovest



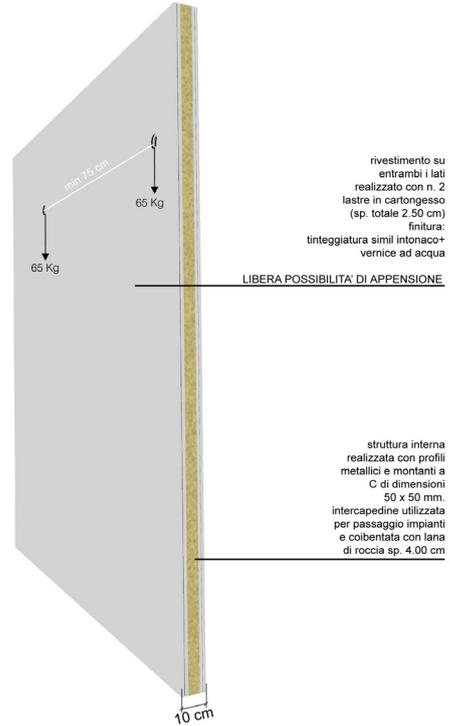
pianta primo, secondo livello

Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

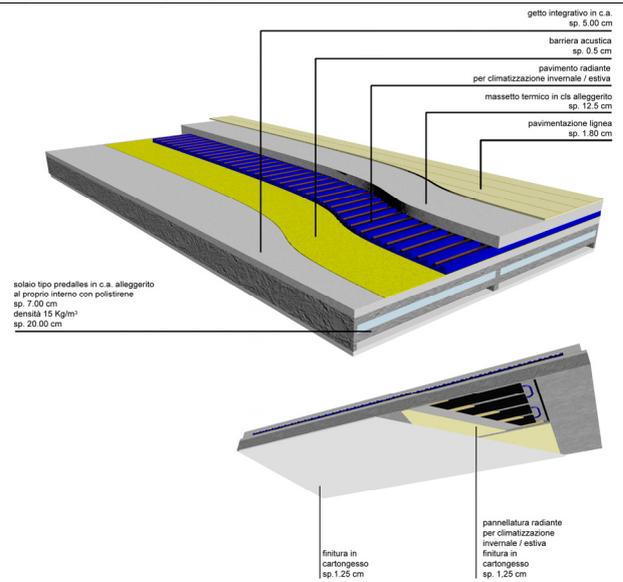
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|---|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>travi rovesce in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione |  <p>37.5 cm</p> <p>min 75 cm</p> <p>65 Kg</p> <p>65 Kg</p> <p>parete interna realizzata con n. 2 lastre in cartongesso (sp. totale 2.50 cm) finitura: tinteggiatura simil intonaco + vernice ad acqua LIBERA POSSIBILITA' DI APPENSIONE</p> <p>passaggio impianti sp. 4.00 cm coibentazione dell'intercapedine in lana di roccia</p> <p>crosta interna strutturale in calcestruzzo armato Rck 525 Kg/cm² totalmente svincolata dalla parte esterna in calcestruzzo armato</p> <p>coibentazione eseguita con polistirene densità 20 Kg/m³ sp. totale di 19.00 cm</p> <p>- strato taglio termico sp. 7.00 cm - strato interno sp. 12.00 cm</p> <p>crosta esterna in calcestruzzo armato Rck 525 Kg/cm² totalmente svincolata dalla crosta interna finitura esterna liscia con applicazione di: primer effetto intonaco + doppia mano di tempera per esterni</p> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>solaio in c.a.</i> |
| | chiusura verticale | = <i>struttura elevazione</i> |
| | chiusura superiore |  <p>manto di copertura in laterizio</p> <p>guaina di impermeabilizzazione</p> <p>pannello in OSB</p> <p>galleria di ventilazione realizzata attraverso la disposizione di listelli in legno lamellare con interasse 100 cm (h camera di ventilazione 6 cm)</p> <p>coibentazione eseguita con fibra di legno densità 160 Kg/m³ o polistirene conduttività termica pari a 0.034 W/mK sp. totale di 12 cm</p> <p>barra al vapore</p> <p>pannelli in listellare di abete</p> <p>struttura portante in legno lamellare di abete</p> <p>gronde in rame</p> |

partizione interna

partizione interna verticale



partizione interna orizzontale



Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²⁶⁵ lungo raggio²⁶⁶

²⁶⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁶⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁶⁷ al contesto²⁶⁸ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁶⁹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²⁷⁰ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

²⁶⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁶⁸ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

²⁶⁹ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

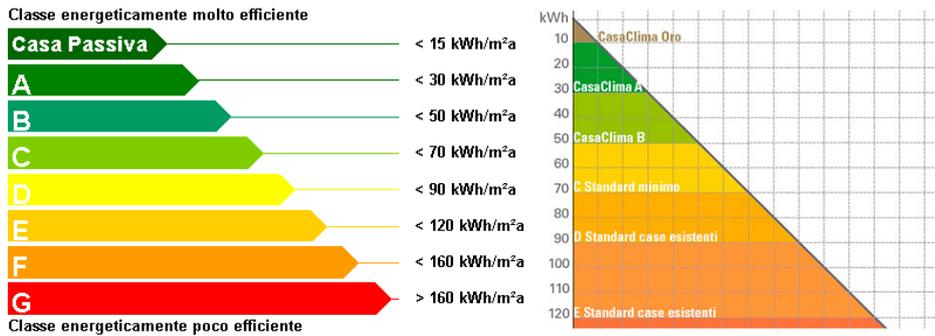
²⁷⁰ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> presente nome | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

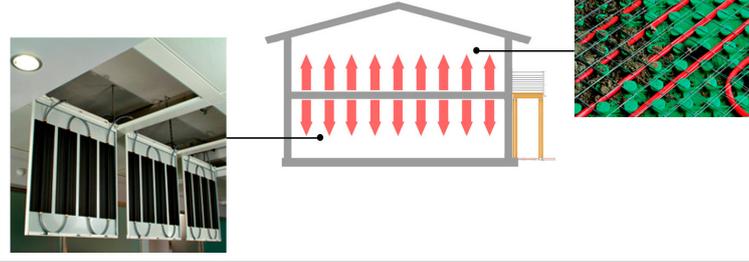
Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Grandi vetrate sulla facciata esposta a Sud
- Alto isolamento termico della struttura
- Impiego di materiali a elevata massa termica
- Tripli vetri
- Caldaia a condensazione a metano o gpl
- Riscaldamento a pavimento

- *Pannelli radianti a soffitto*



- *Sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)*

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (*tradizionale*)

presente

assente

tipologia.....

consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *Impiego di materiali a elevata massa termica*
- *Sistemi di schermatura solare*

Elettricità

rete pubblica

pannelli fotovoltaici collegati alla rete

autonomo

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente

assente

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche

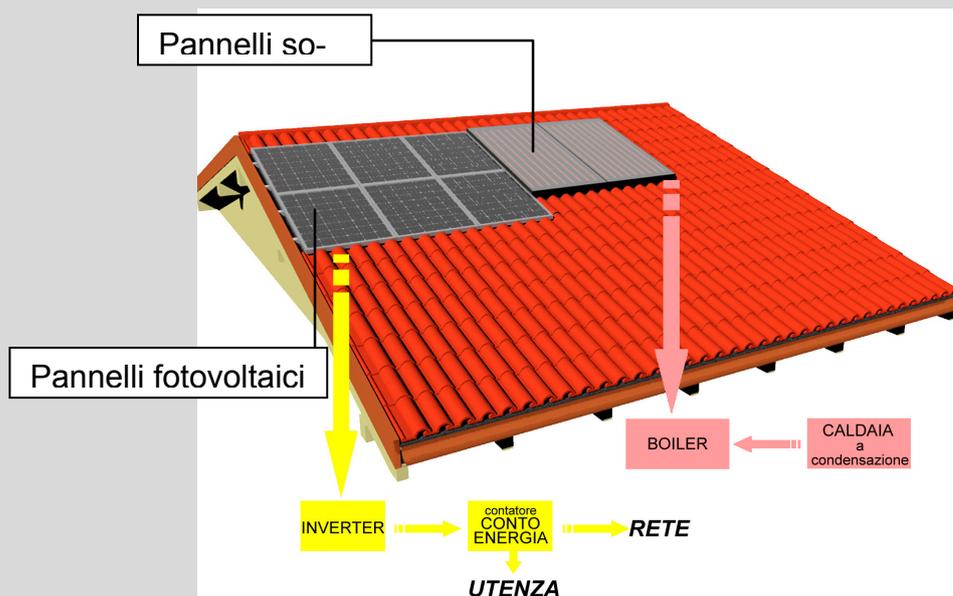
impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie

regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti

impianti produzione acqua calda

se presenti pannelli solari:

2 pannelli solari (2,23 mq litri di acqua calda prodotti)



CASA HEIDIS

“Casa Heidis” fu progettata nel 1999 dall’architetto italiano Matteo Thun per l’azienda produttrice di prefab homes Rubner Haus, presente sul mercato con tre tipologie di sistemi di case prefabbricate: Blockhaus, Residenz e Heidis.

L’edificio supera la nozione tradizionale di casetta prefabbricata infatti l’attento studio del luogo ha portato ad una struttura adatta al paesaggio montano che ispirandosi al maso sudtirolese riprendesse la tradizione architettonica della regione, ciò si evince in particolar modo dal tetto che ricorda i tipici fienili a due spioventi.

Essa appartiene ad un’offerta della Rubner che comprende 6 tipologie abitative, su uno o due piani, che oscillano dai 53 ai 208 mq con tempi di costruzione dalle due alle sei settimane.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | CASA HEIDIS |
| ubicazione | Trentino Alto Adige - concepita per essere venduta <i>worldwide</i> |
| progettisti | Matteo Thun |
| committente/proprietario | Rubner Haus |
| impresa costruttrice | Rubner Haus |
| data di realizzazione | 1999 |
| tempi di costruzione | 4/5 settimane |
| costi di costruzione | a partire da 1240 € al mq (variazioni in base al “modello”) |
| superficie | 75 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su progetto” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima temperato delle medie latitudini

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto²⁷¹

industrializzato²⁷²

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti²⁷³

mista²⁷⁴

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²⁷⁵

alto

medio

basso

Grado di innovazione²⁷⁶

alto

medio

basso

Tipologia strutturale system building

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

²⁷¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁷² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁷³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

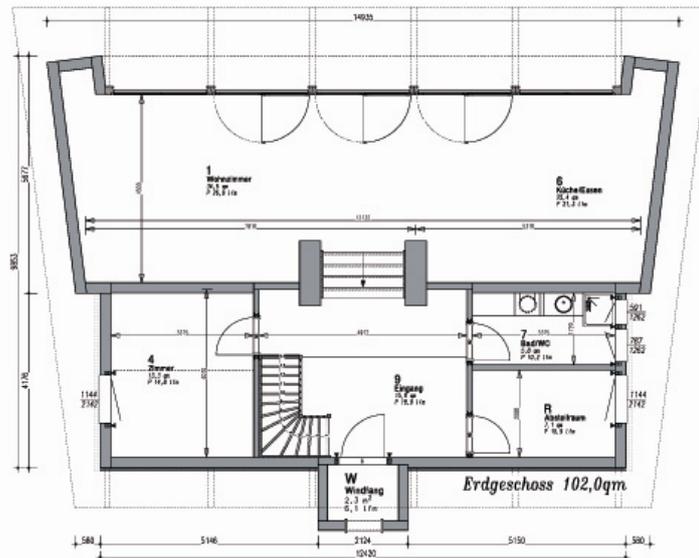
²⁷⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁷⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

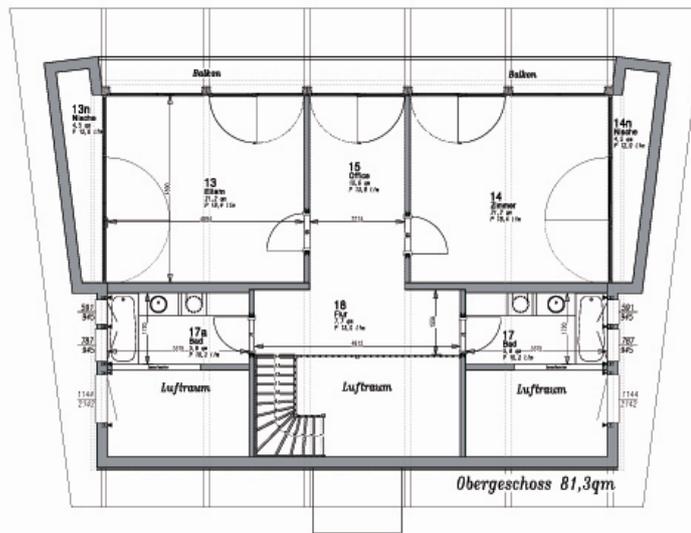
²⁷⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Descrizione progetto- Project description

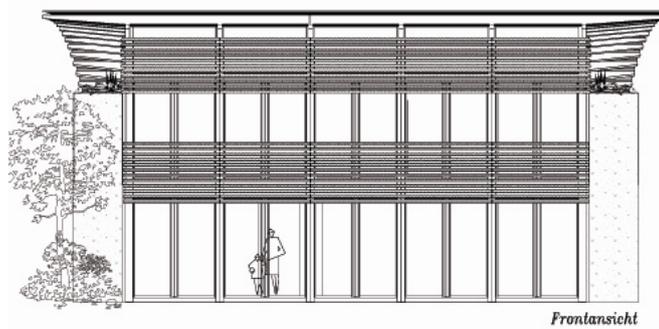
Heidis è un edificio unifamiliare su due livelli, piano giorno e piano notte, gli elementi che maggiormente lo caratterizzano sono la grande vetrata che si rivolge a sud e il tetto che, partendo dal suolo, ricopre la facciata opposta.



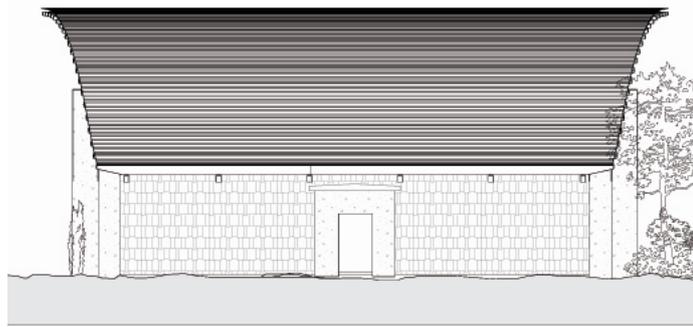
pianta piano terra



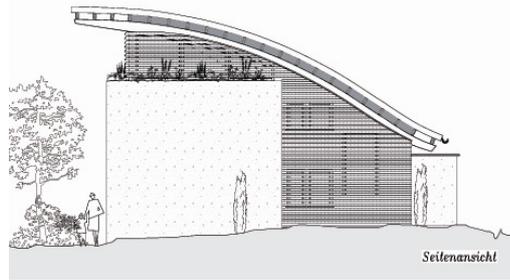
pianta primo piano



facciata Sud

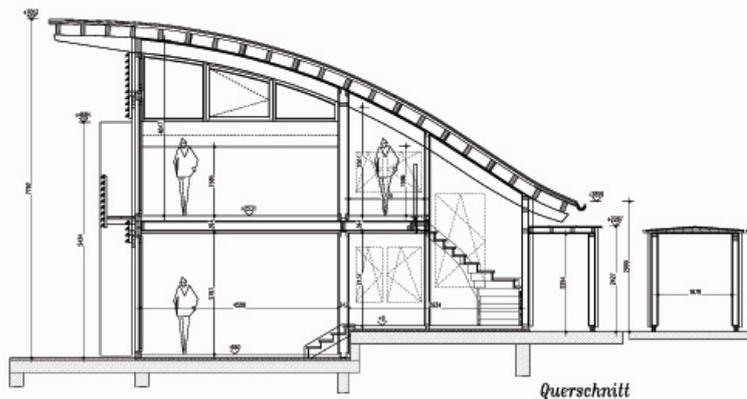


Rückansicht



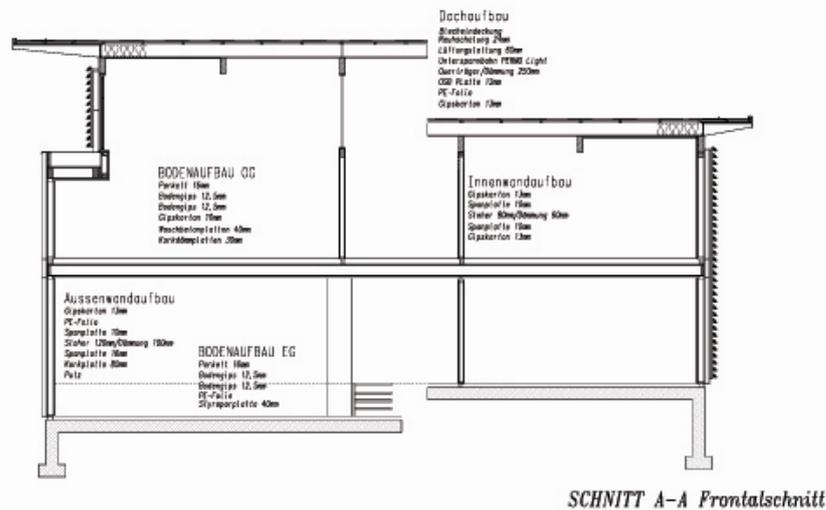
Seitenansicht

facciata Nord, facciata Est



Querschnitt

sezione trasversale



SCHNITT A-A Frontalschnitt

sezione longitudinale

| Sistema tecnologico <i>technological system</i> (norme UNI 8290 del 1981) | | |
|---|--------------------------------|--|
| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>platea in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <i>sistema costruttivo ad intelaiatura e travatura lamellare in legno di pino nordico massiccio</i> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>Solaio in legno</i> |
| | chiusura verticale | <i>Parete laterale realizzata in legno (con strato termoisolante interno). La superficie esterna è rivestita da uno strato termoisolante in pannelli di sughero. Spessore 253 mm. Parete esterna sul lato nord in legno con rivestimento in larice massiccio. Spessore 270 mm</i> |
| | chiusura superiore | <i>Struttura del tetto poggiate su travi portanti ricurve. La struttura è costituita da elementi portanti in abete massiccio e da strato isolante dello spessore di 25 mm. Rivestimento in lamiera zincata. Superficie inferiore a vista rivestita di tavole verniciate in bianco. Spessore complessivo 380 mm</i> |
| partizione interna | partizione interna verticale | <i>Pareti interne realizzate mediante travatura lamellare. Strato isolante interno in lana di roccia di 60 mm. Rivestimento in tavolato su entrambi i lati. Spessore complessivo 126 mm</i> |
| | partizione interna orizzontale | <i>Solaio in legno (integrate da materiale fonoisolante). La struttura del pavimento: sottofondo, lastre anticalpestio e relativo rivestimento. La superficie inferiore del soffitto è rivestita di piastre in cartongesso.</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²⁷⁷ lungo raggio²⁷⁸

²⁷⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁷⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁷⁹ al contesto²⁸⁰ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁸¹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²⁸² | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

²⁷⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁸⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁸¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

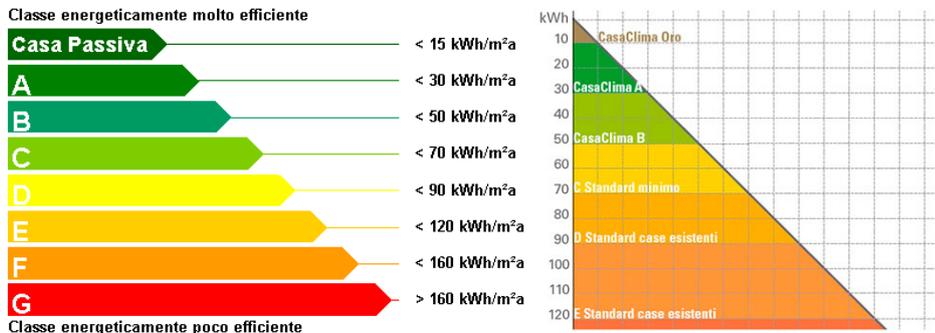
²⁸² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|-------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica <i>(in funzione progettazione bioclimatica)</i> | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente nome CASA CLIMA classe A/classe B | | |
| | | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> | <i>mediocre</i> |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | <i>invariabile</i> |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento *(tradizionale)* presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Impianto di riscaldamento idraulico comprensivo di caldaia funzionante a gas, installata a parete, canna fumaria e centralina di regolazione. L'irradiazione del calore nei singoli ambienti avviene mediante termoconvettori provvisti di termostato e relative tubazioni.
- La finestratura è realizzata con doppio vetro isolante con un coefficiente $K=1,1 \text{ Kcal/hC}^\circ\text{m}^2$.
- Grande vetrata sulla facciata esposta a Sud

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (*tradizionale*) *presente* *assente*

tipologia.....

consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *L'intera finestratura della facciata sud è provvista di avvolgibile in tela come schermo solare.*

Elettricità *rete pubblica* *pannelli fotovoltaici collegati alla rete* *autonomo*

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|-------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|-------------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|-------------------------------------|

| | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| impianti produzione acqua calda | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|

se presenti pannelli solari:

mq.....litri di acqua calda prodotti

BENHIDJED HOUSE

“Benhidjed house” fu progettata nel 2004 dallo studio Kaden+Klingbeiln Architekten per la famiglia Benhidjed. Numerosi sono i progetti che i due architetti hanno realizzato con sistemi off-site, oramai tecnica costruttiva consolidata in Germania.

L’edificio si presenta in armonia con il luogo, divenendo, con la sua facciata in legno e il basamento intonacato di rosso, un elemento caratterizzante il contesto urbano nel quale si inserisce.



| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| denominazione edificio | BENHIDJED HOUSE |
| ubicazione | periferia di Berlino |
| progettisti | Kaden+Klingbeiln Architekten |
| committente/proprietario | Sig.ri Benhidjed |
| impresa costruttrice | Petershaus Neves Bauen |
| data di realizzazione | 2004 |
| tempi di costruzione | 4-5 mesi |
| costi di costruzione | |
| superficie | 160 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su progetto” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica clima temperato delle medie latitudini

- CLIMA CALDO caldo secco caldo umido
 CLIMA FREDDO freddo secco freddo umido
 CLIMA TEMPERATO temperato freddo temperato temperato caldo

Aspetti tecnologici technological aspects

Procedimento costruttivo
 (artigianale) artigianale evoluto²⁸³ industrializzato²⁸⁴

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec XX sec XXI sec

Tecnica costruttiva
 (tradizionale) industrializzato o per componenti²⁸⁵ mista²⁸⁶

Tipologia di industrializzazione
sistema chiuso closed systems sistema aperto open systems

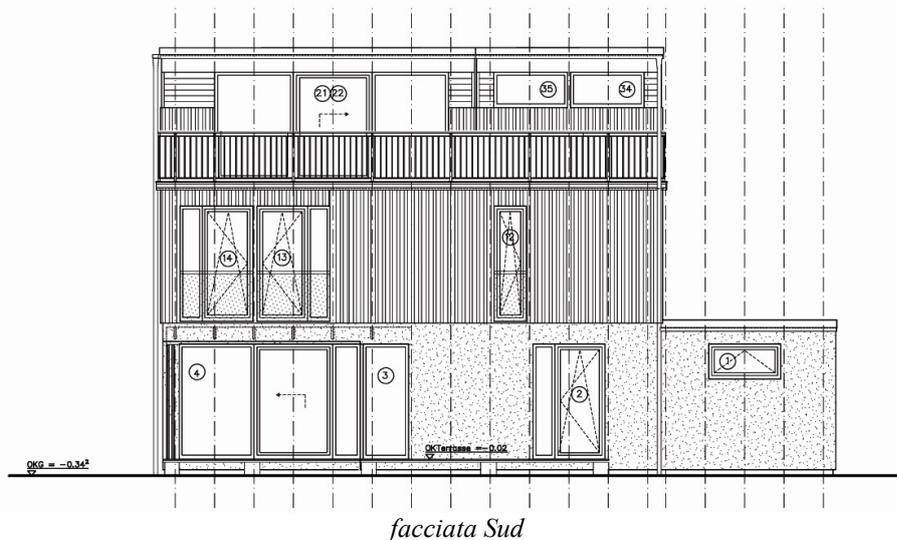
Grado di industrializzazione²⁸⁷ alto medio basso

Grado di innovazione²⁸⁸ alto medio basso

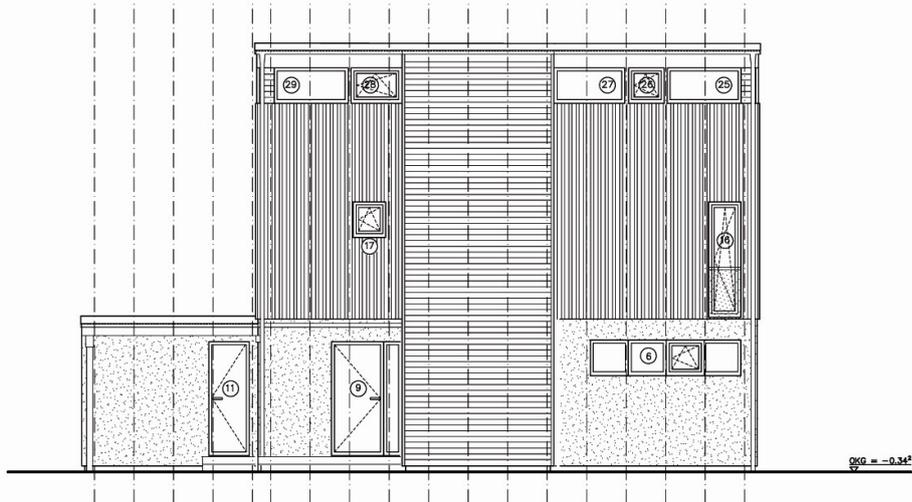
Tipologia strutturale system building
struttura a telaio skeleton systems struttura a pannelli portanti panel systems
struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto- Project description

“Benhidjed house” è un edificio unifamiliare su tre livelli, piano giorno, piano notte e zona relax all’ultimo piano. L’edificio particolarmente compatto nel prospetto nord e in quelli laterali si apre con ampie vetrate a sud, esse affacciano sul grande giardino di pertinenza dell’abitazione. L’edificio è stato realizzato con pannelli strutturali in legno con uno spessore anche fino a 50 cm. L’elemento centrale della realizzazione, come sostenuto dall’azienda costruttrice Petershaus Neves Bauen, è l’isolante di cellulosa prodotto dalla società Isofloc.



²⁸³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁸⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁸⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁸⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁸⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”
²⁸⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

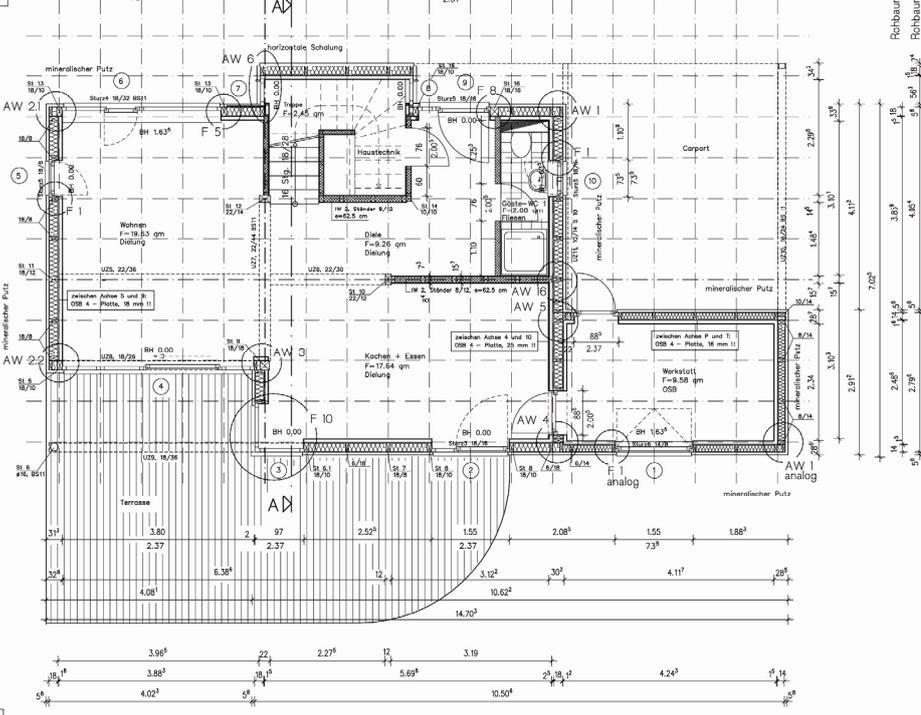
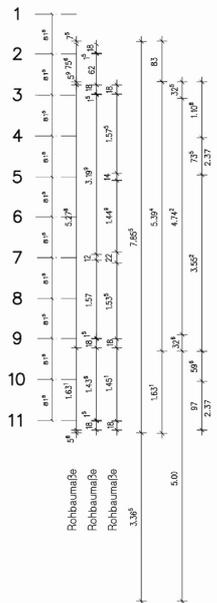
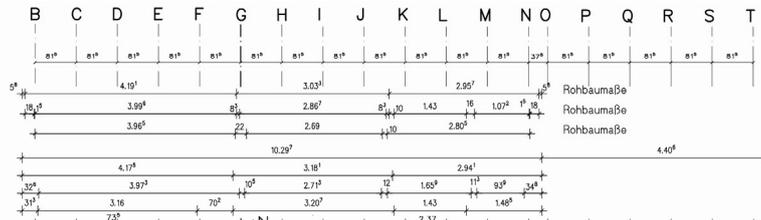


facciata Nord

Die Auflagen aus der Baugenehmigung, die zutreffenden DIN-Vorschriften, die Vorschriften der Hersteller und die anerkannten Regeln der Technik mit allen daraus resultierenden Notwendigkeiten, die Baubeschreibung sowie das Bodenputztauchen sind bei der Ausführung zu beachten.

Die Fertigungstechnischen und bauphysikalisch bestimmenden Angaben zur Konstruktion und Funktion sind vom Unternehmer verantwortlich nachzuprüfen. Ebenso die Übereinstimmung der vom Planer angegebenen Zwangsmasse. Sämtliche sonstigen Unstimmigkeiten sind von der Bauleitung unverzüglich mitzuteilen.

Alle tragenden und konstruktiven Bauteile müssen nach der Statischen Berechnung vom 20. Dezember 2002 des Ingenieurbüro RECONTE hergestellt werden.



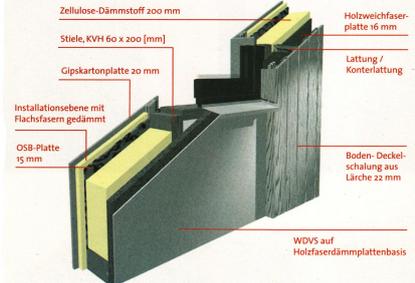
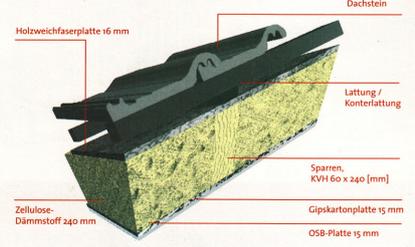
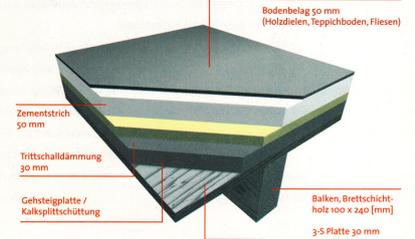
Alle Brüstungs- und Öffnungsmaße beziehen sich auf OK Fertigfußboden

Innentüren:
Nennmaß der Öffnungen nach DIN 18100

OKFFB = ± 0.00

pianta piano terra

Sistema tecnologico *technological system* (norme UNI 8290 del 1981)

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--|---|
| struttura portante | struttura di fondazione struttura di elevazione | <p><i>travi rovesce in c.a.</i></p>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore chiusura verticale chiusura superiore | <p><i>solaio in c.a.</i></p> <p>= <i>struttura di elevazione</i></p>  |
| partizione interna | partizione interna verticale partizione interna orizzontale | <p><i>pannelli sandwich</i></p>   |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio lungo raggio

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità²⁸⁹ al contesto²⁹⁰ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ²⁹¹ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ²⁹² | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

²⁸⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

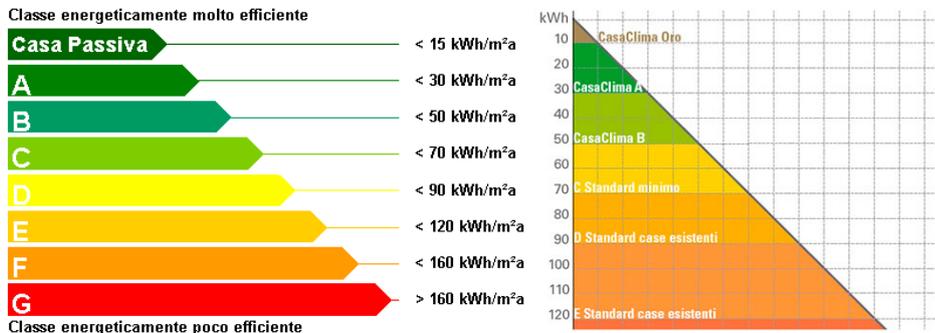
²⁹² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|----------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente nome | | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> | <i>mediocre</i> |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- La caldaia solare SolvisMax risponde a differenti esigenze: riscaldamento, acqua calda sanitaria, sfruttamento dell'energia solare ed integrazione a gas metano, gasolio o GPL. Prodotto insignito dalla Società Tedesca per l'Energia Solare con il premio solare 1998. L'acqua nell'accumulatore è divisa in tre strati distinti di diversa temperatura: nella parte superiore si trova l'acqua bollente per il riscaldamento dell'acqua sanitaria; nello strato intermedio si trova l'acqua calda per il riscaldamento; nello strato inferiore, il più ampio, l'acqua fredda che viene riscaldata dall'impianto solare e che quindi poi sale. In caso di buon irraggiamento solare il calore viene trasportato attraverso il sistema brevettato di caricamento a strati con valvole a membrana direttamente nello strato superiore ed è messo subito a disposizione. Quando invece non splende il sole, si avvia il bruciatore che è stato integrato direttamente nel serbatoio d'accumulo. Il bruciatore funziona a condensazione, ha cioè un sistema di ricircolo dei fumi.



Caldaia solare SolvisMax

- Grandi vetrate sulla facciata esposta a Sud

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale)

presente

assente

tipologia.....

consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

Elettricità

rete pubblica

pannelli fotovoltaici collegati alla rete

autonomo

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente

assente

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche

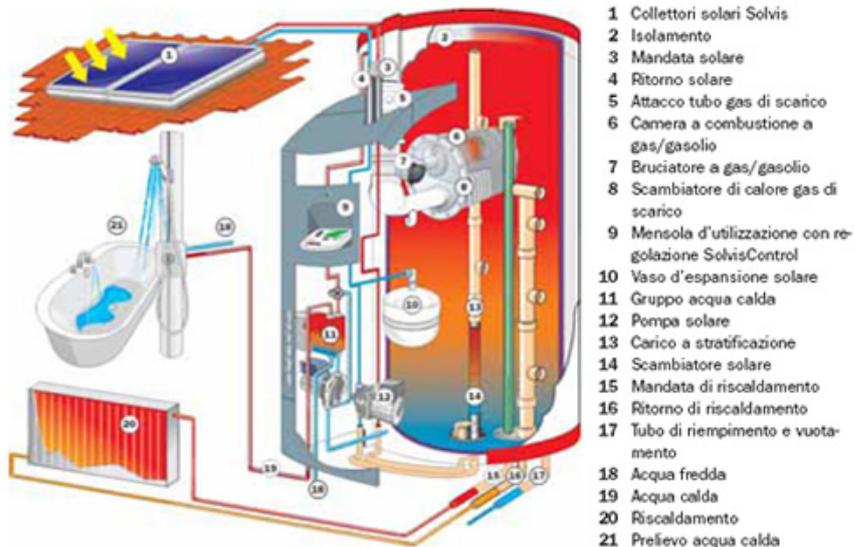
impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie

regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti

impianti produzione acqua calda

se presenti pannelli solari:

due pannelli solari (mq.....litri di acqua calda prodotti)



Collegamento della caldaia ai collettori solari

O' SOLE MIO

“O' sole mio” fu progettata nel 1993 dall'architetto Matteo Thun per l'azienda austriaca Das Griffner Haus, produttrice di case prefabbricate in legno presente sul mercato europeo dal 1982.

L'edificio basato sullo schema abitativo dell'open space, che permette maggiore libertà nella disposizione degli spazi interni sia nel momento della progettazione che per eventuali modifiche future, presenta due elementi di particolare interesse la facciata a configurazione variabile che permette attraverso l'orientamento degli elementi parasole mobili di dosare la luminosità interna e la copertura a un solo piovante a forte pendenza.

La prefab home è disponibile in diverse versioni che prevedono superfici abitabili variabili dai 150 m² ai 230 m².

Va ricordato che questo progetto è stato più volte insignito di premi e riconoscimenti tra i quali: Golden DM – Prodotto dell'anno 2000 in Germania e il Premio internazionale del Design della Regione Baden Württemberg.



| | |
|----------------------------|---|
| denominazione edificio | O' SOLE MIO |
| ubicazione | Austria - concepita per essere venduta <i>worldwide</i> |
| progettisti | Matteo Thun |
| committente/proprietario | Das Griffner Haus |
| impresa costruttrice | Das Griffner Haus |
| data di realizzazione | 1993 |
| tempi di costruzione | meno di 6 mesi |
| superficie | 161 m ² (pt 88,5 – p1 75,5) |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “su progetto” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima temperato delle medie latitudini

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

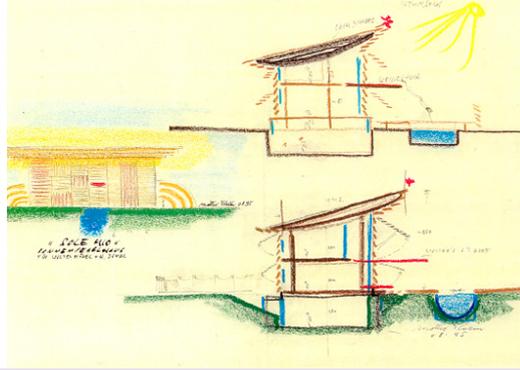
freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici technological aspects



Procedimento costruttivo
 (artigianale) artigianale evoluto²⁹³ industrializzato²⁹⁴

Possibile datazione (sistema costruttivo) XVIII-XIX sec XX sec XXI sec

Tecnica costruttiva
 (tradizionale) industrializzato o per componenti²⁹⁵ mista²⁹⁶

Tipologia di industrializzazione
 sistema chiuso closed systems sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione²⁹⁷ alto medio basso

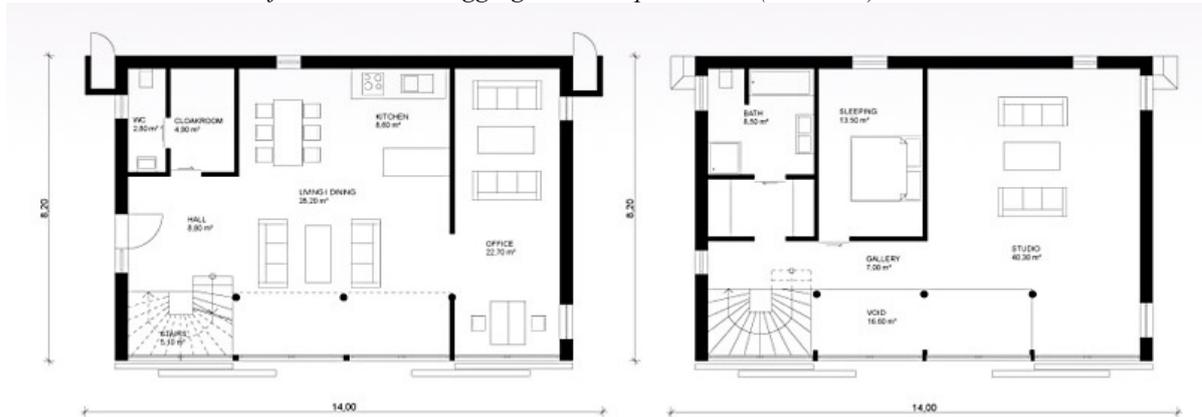
Grado di innovazione²⁹⁸ alto medio basso

Tipologia costruttiva system building
 struttura a telaio skeleton systems struttura a pannelli portanti panel systems
 struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto- Project description

“O’sole mio” presenta una pianta rettangolare su due livelli, nella quale gli spazi interni sono concepiti in modo flessibile.

La struttura modulare della casa è costituita da pilastri cilindrici prefabbricati, architravi lenticolari e capriate in legno. La facciata esposta al sole, è in parte realizzata con pannelli di vetro fissi e in parte con porte scorrevoli di vetro, come schermatura sono stati utilizzati pannelli costituiti da lamelle in legno di larice ad azionamento elettronico. L’edificio è dato dall’aggregazione di più moduli (dai 4 ai 6).



pianta piano terra

pianta primo piano

²⁹³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹⁴ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

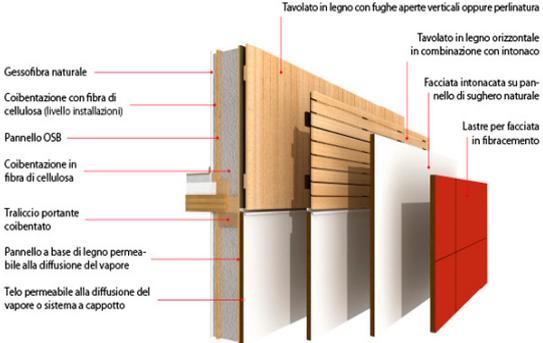
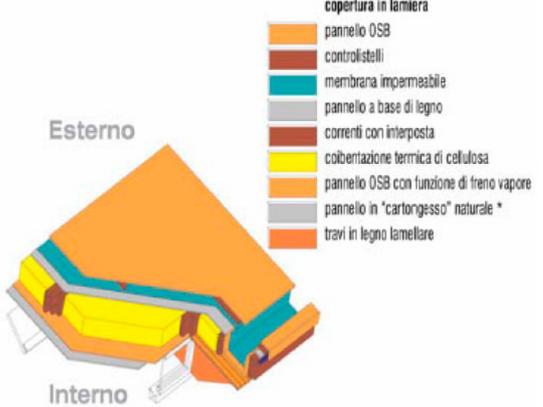
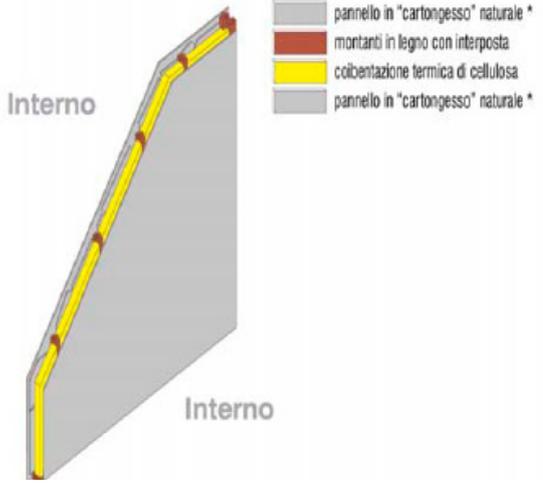
²⁹⁵ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

²⁹⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Sistema tecnologico *technological system (norme UNI 8290 del 1981)*

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>platea in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <i>pilastri cilindrici prefabbricati, architravi lenticolari e capriate in legno</i> |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>solaio in c.a.</i> |
| | chiusura verticale | <p>MATERIALI POSSIBILI PER LA FACCIATA:</p>  |
| | chiusura superiore |  |
| partizione interna | partizione interna |  |
| | partizione interna orizzontale | <i>solaio in legno</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in calcestruzzo | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in laterizio | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio *(connessioni/giunti)*

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile

Trasporto

in loco medio raggio²⁹⁹ lungo raggio³⁰⁰

²⁹⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³⁰⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità³⁰¹ al contesto³⁰² | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ³⁰³ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ³⁰⁴ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| involucro | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

³⁰¹ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³⁰² Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³⁰³ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

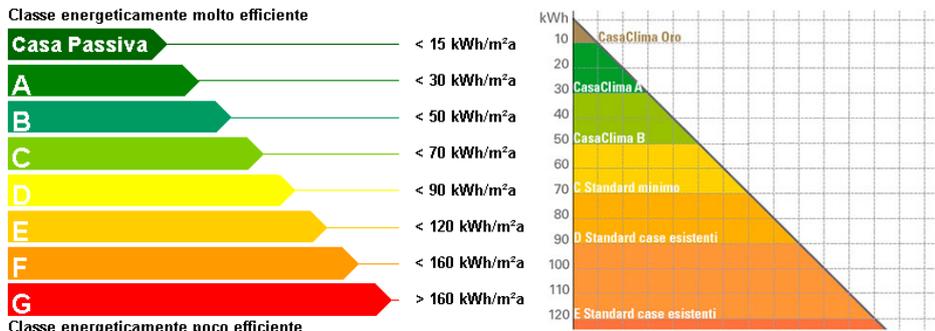
³⁰⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente nome | | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> |
| | | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- grandi vetrate esposte a Sud
- isolamento termico
- tripli vetri
- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (tradizionale) presente assente
 tipologia
 consumi

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- sistemi di schermatura solare
- sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)

Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo

se presente fotovoltaico:

mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>se presenti pannelli solari:</i> | | |
| presenti pannelli solari (mq.... litri di acqua prodotta) | | |

3716 SPRINGFIELD

Studio 804 è un corso di design/build dell'University of Kansas School of Architecture and Urban Planning. Il progetto "3716 Springfield" realizzato nel semestre 2009 (fine agosto-maggio) ambisce ad essere la prima abitazione dello Stato del Kansas ad ottenere la certificazione Home LEED Platinum: esemplare sia per l'attenzione rivolta alla progettazione eco-sostenibile, sia per l'ambizioso obiettivo di raggiungere l'"off-the-grid"³⁰⁵. Va sottolineato che l'edificio è il primo della cittadina di Wyandotte Country (Kansas City) ad utilizzare fonti energetiche rinnovabili e mira ad essere un modello per l'intera Regione.



| | |
|----------------------------|--|
| denominazione edificio | 3716 SPRINGFIELD |
| ubicazione | quartiere Rosedale, Wyandotte Country (Kansas City) |
| progettisti | Studenti dello Studio 804 a.a. 2008/2009 |
| committente/proprietario | Studio 804 - Design/build program - University of Kansas School of Architecture and Urban Planning |
| impresa costruttrice | Studenti dello Studio 804 a.a. 2008/2009 |
| data di realizzazione | maggio 2009 |
| tempi di costruzione | 14 settimane |
| costi di costruzione | |
| superficie | 180 mq circa |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata "su progetto" |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima continentale umido

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo

temperato

temperato caldo

³⁰⁵Off the grid significa letteralmente senza la rete, intendendo l'autonomia dai fornitori privati o pubblici (la rete appunto) che erogano energia a pagamento.

Aspetti tecnologici *technological aspects*



Procedimento costruttivo

(artigianale)

artigianale evoluto³⁰⁶

industrializzato³⁰⁷

Possibile datazione (sistema costruttivo)

XVIII-XIX sec

XX sec

XXI sec

Tecnica costruttiva

(tradizionale)

industrializzato o per componenti³⁰⁸

mista³⁰⁹

Tipologia di industrializzazione

sistema chiuso closed systems

sistema aperto open systems

Grado di industrializzazione³¹⁰

alto

medio

basso

Grado di innovazione³¹¹

alto

medio

basso

Tipologia strutturale

struttura a telaio skeleton systems

struttura a pannelli portanti panel systems

struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

³⁰⁶ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³⁰⁷ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³⁰⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³⁰⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³¹⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³¹¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

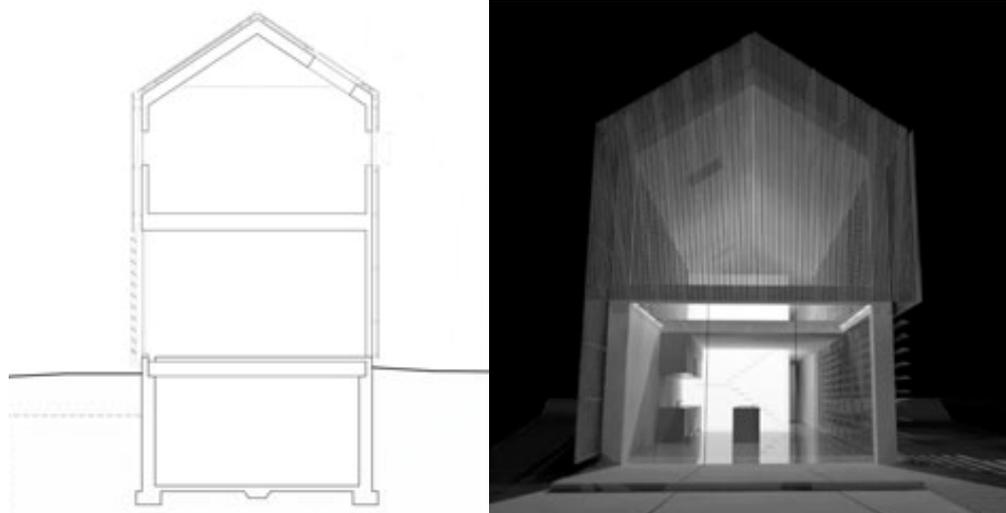
Descrizione progetto - Project description

3716 Springfield è un edificio su 2 livelli realizzati utilizzando il sistema *ballom frame*, più un piano interrato ad uso cantina realizzato in c.a.

L'edificio completamente rivestito in legno brasiliano Cumaru proveniente da foreste controllate FSC donato dall'azienda Cikel America (22.000 metri lineari).



Pianta primo e secondo livello (dal basso verso l'alto)



Sezione trasversale e render della facciata principale

Sistema tecnologico *technological system* (norme UNI 8290 del 1981)

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|------------------------------|-------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <p><i>a travi rovesce</i></p>  |
| | struttura di elevazione | <p><i>muri in c.a (locale cantina)</i></p>  |
| | | <p><i>struttura in legno</i></p>  |

| | | |
|--------------------|--------------------------------|---|
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <p><i>struttura in legno</i></p>  |
| | chiusura verticale | <p><i>struttura in legno, pannelli di compensato, membrana traspirante VaproShield, doche di finitura di legno Cumaru</i></p>  |
| | chiusura superiore | <p><i>struttura in legno</i></p>  |
| Partizione interna | partizione interna verticale | <p><i>struttura in legno con pannelli OSB di chiusura</i></p> |
| | partizione interna orizzontale | <p><i>struttura in legno</i></p> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio (*connessioni/giunti*)

tipo di connessione/montaggio

difficile

media difficoltà

facile



Trasporto

in loco

medio raggio³¹²

lungo raggio³¹³

³¹² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³¹³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Integrabilità³¹⁴ al contesto³¹⁵

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|

ASPETTO

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ³¹⁶ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ³¹⁷ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

³¹⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³¹⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³¹⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

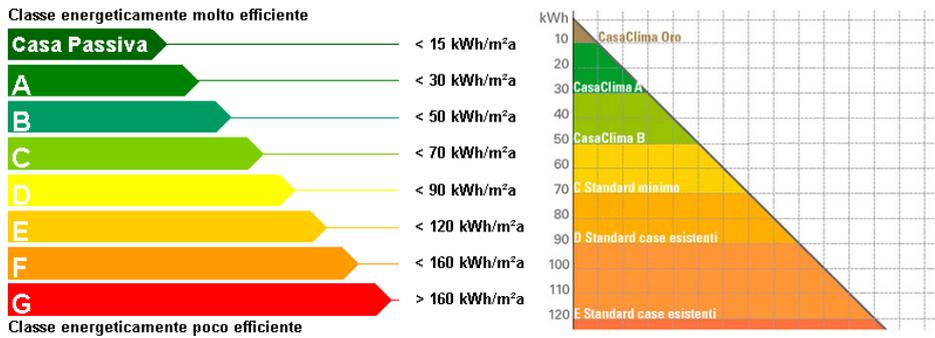
³¹⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | | |
|--|----------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente | nome Home LEED Platinum | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | buono/a | sufficiente | mediocre |
| studio della forma | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | | <i>(ricorrente ma plasticamente modificabile)</i> | |
| pannelli fotovoltaici | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente

tipologia

consumi.....

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Grandi vetrature sul prospetto esposto a Sud (aperture incrociate - circa 800mq di finestre – 3 finestre/lucernari Velux sul tetto)
- Tripli vetri
- Pompa di calore geotermica
- Riscaldamento a pavimento



- impianti di climatizzazione e trattamento aria HVAC
- sistemi a recupero di calore ERV (Energy Recovery Ventilator Systems)



Condizionamento estivo

impianto raffreddamento (tradizionale) presente assente
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffreddamento

- impianti di climatizzazione e trattamento aria MVHR
- sistemi di schermatura solare



Elettricità rete pubblica pannelli fotovoltaici collegati alla rete autonomo
 se presente fotovoltaico:
 24 pannelli fotovoltaici (mq.....kWh prodotti)



1 turbina eolica che produce in media 2000kWh annue di energia



Gestione dell'acqua

impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane

presente

assente

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche

impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie

regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti

impianti produzione acqua calda

se presenti pannelli solari:

mq litri di acqua calda prodotti

Alcune immagini degli interni



E-CUBE HOUSE

“E-cube House”, progettato dall’architetto Carsten Jensen per l’azienda canadese Jenesys Buildings Corporation, è un edificio ad alta efficienza energetica realizzato in SIPs (Structural Insulated Panels).



| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| denominazione edificio | E-cube House |
| ubicazione | Qualicum Beach, Canada |
| progettisti | Carsten Jensen |
| committente/proprietario | Jenesys Buildings Corporation |
| impresa costruttrice | Jenesys Buildings Corporation |
| data di realizzazione | |
| tempi di costruzione | 8-10 settimane |
| costi di costruzione | 137.000€ |
| superficie | 208 mq |
| tipologia | casa unifamiliare |
| tipo di casa prefabbricata | casa prefabbricata “chiavi in mano” |

Zona climatica

Specificare la zona climatica

clima continentale

CLIMA CALDO

caldo secco

caldo umido

CLIMA FREDDO

freddo secco

freddo umido

CLIMA TEMPERATO

temperato freddo

temperato

temperato caldo

Aspetti tecnologici *technological aspects*

Procedimento costruttivo
(artigianale) *artigianale evoluto*³¹⁸ *industrializzato*³¹⁹

Possibile datazione *(sistema costruttivo)* *XVIII-XIX sec* *XX sec* *XXI sec*

Tecnica costruttiva
(tradizionale) *industrializzato o per componenti*³²⁰ *mista*³²¹

Tipologia di industrializzazione
 sistema chiuso closed systems *sistema aperto open systems*

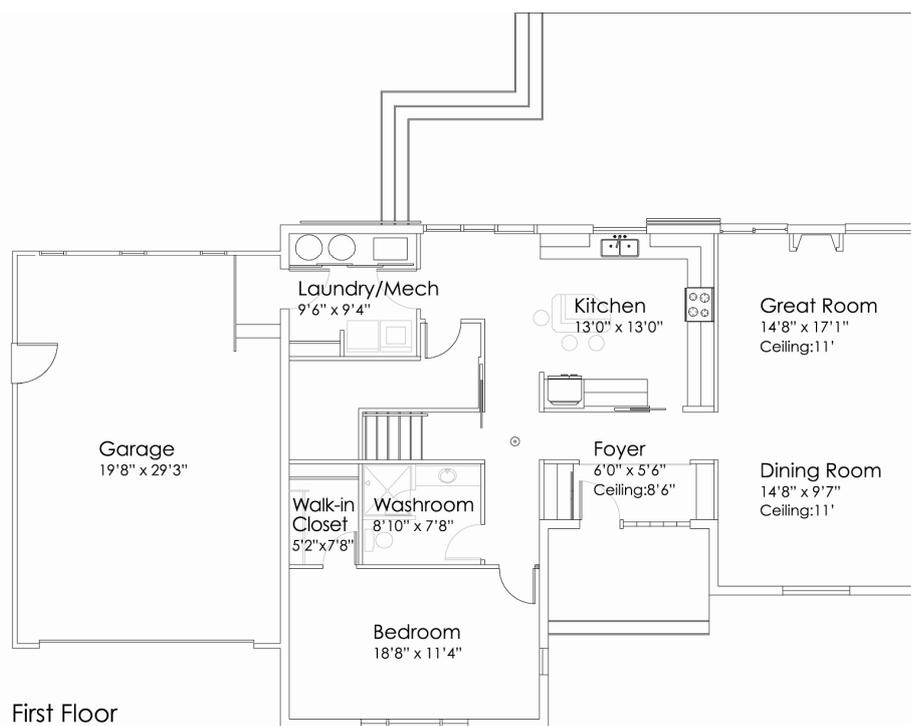
Grado di industrializzazione³²² *alto* *medio* *basso*

Grado di innovazione³²³
basso *alto* *medio*

Tipologia strutturale
 struttura a telaio skeleton systems *struttura a pannelli portanti panel systems*
 struttura tridimensionale di tipo cellulare modular systems

Descrizione progetto - Project description

E-cube House presenta una superficie di 208 mq, ma è disponibile anche nelle varianti da 130 e 146 mq. La Jenesys Buildings Corporation realizza una casa kit soggetta ad un alto grado di personalizzazione. L'edificio si presenta su due livelli e dispone di tre camere da letto.



Pianta primo livello

³¹⁸ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

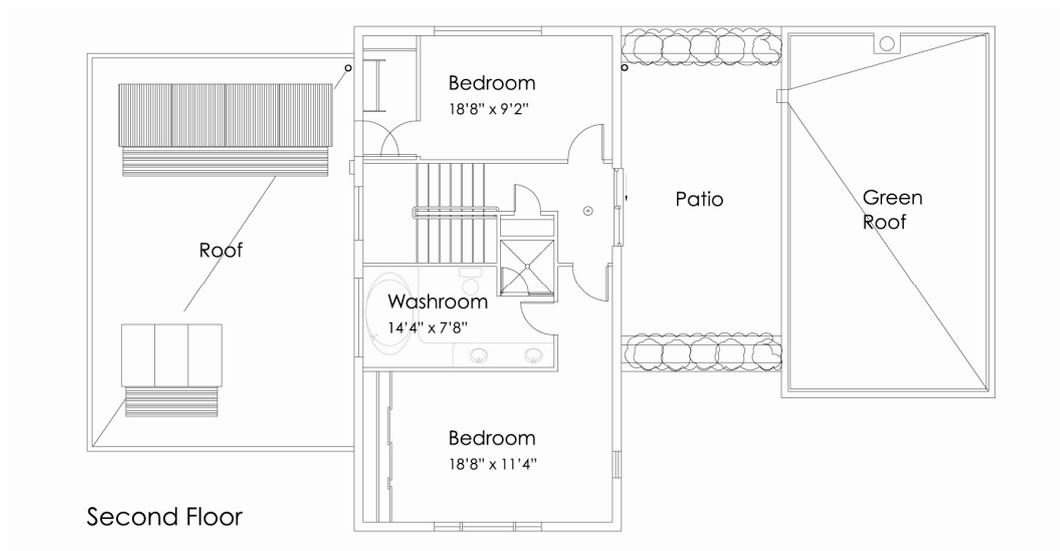
³¹⁹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³²⁰ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³²¹ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³²² Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”

³²³ Si veda paragrafo 3.2 “La scheda di analisi”



Pianta secondo livello

Sistema tecnologico *technological system* (norme UNI 8290 del 1981)

| Classi di Unità Tecnologiche | Unità' tecnologiche | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| struttura portante | struttura di fondazione | <i>Platea in c.a.</i> |
| | struttura di elevazione | <i>Pannelli SIPs</i>  |
| chiusura | chiusura orizzontale inferiore | <i>Pannelli SIPs</i> |
| | chiusura superiore | <i>Pannelli SIPs</i>  |
| partizione interna/esterna | partizione interna verticale | <i>Pannelli OSB</i> |
| | partizione esterna verticale | <i>Pannelli SIPs</i> |

Involucro *building envelopes*

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| facciata strutturale | <i>structural facade</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| facciata non strutturale | <i>no structural facade</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in vetro | <i>glass facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in metallo | <i>metal facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in legno | <i>timber facade systems</i> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in cemento | <i>concrete facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in plastica | <i>plastic facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in muratura | <i>brickwork facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in pietra naturale | <i>natural stonework facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |
| sistema di facciata in alluminio | <i>aluminum facade systems</i> | <input type="checkbox"/> |

Assemblaggio (*connessioni/giunti*)

tipo di connessione/montaggio difficile media difficoltà facile



Trasporto

in loco medio raggio lungo raggio

Classi e selezione di alcune sottoclassi di esigenze dell'utenza in edilizia (Norma UNI/CE 0050 gennaio 1980)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| SICUREZZA | | | |
| statica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| al fuoco | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| BENESSERE | | | |
| termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| acustico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| luminoso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FRUIBILITA' | | | |
| attrezzabilità (<i>arredi</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| flessibilità (<i>uso</i>) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| GESTIONE | | | |
| mantenimento dell'integrità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| manutenibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| INTEGRABILITA' | | | |
| integrabilità impiantistica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| coordinamento dimensionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| integrabilità funzionale | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Integrabilità³²⁴ al contesto³²⁵ | | | |
| climatico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pesaggistico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| materico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| culturale-sociale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| adattabilità a diversi contesti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SALVAGUARDIADELL'AMBIENTE | | | |
| controllo dell'uso delle risorse | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ASPETTO | | | |
| regolarità geometrica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| attitudine a finiture diversificate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Selezione di alcuni requisiti tecnologici (Norma UNI 8290 del 1981, parte II – Edilizia Residenziale)

| | <i>alta</i> | <i>media</i> | <i>bassa</i> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| facilità di intervento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| riparabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sostituibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| demolibilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| recuperabilità | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| aggregabilità ³²⁶ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| correlazioni ³²⁷ | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Linguaggio del progettista/ Design

| | <i>innovativo</i> | <i>poco innovativo</i> | <i>non innovativo</i> |
|-----------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| involucro | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| interni | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

³²⁴ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³²⁵ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

³²⁶ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

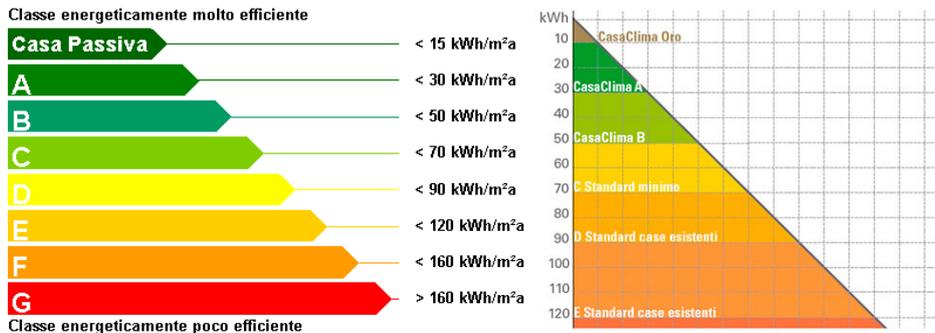
³²⁷ Si veda paragrafo 3.2 "La scheda di analisi"

Caratteristiche e prestazioni energetiche- Energy performance

| | | | |
|--|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Certificazione energetica | <input type="checkbox"/> assente | <input checked="" type="checkbox"/> presente nome | |
| (in funzione progettazione bioclimatica) | | <i>buono/a</i> | <i>sufficiente</i> <i>mediocre</i> |
| studio della forma | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| orientamento delle facciate | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione delle aperture | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| illuminazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ventilazione naturale | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| soleggiamento | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| disposizione degli ambienti interni | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| isolamento termico | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elemento - componente | <i>incorporabile</i> | <i>variabile</i> | <i>invariabile</i> |
| | | (ricorrente ma plasticamente modificabile) | |
| pannelli fotovoltaici | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| collettori solari | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| microturbina eolica | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| camino di ventilazione | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| serra | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| sistemi di schermatura solare | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| pannelli radianti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| patio | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| tetto verde | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| facciata ventilata | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sistema Impiantistico: Tecnologie attive e passive

Consumi totali <50 kWh/mqa 50kWh/mqa<x<90kWh/mqa >90 kWh/mqa



Classificazione energetica CasaClima: classi di fabbisogno annuo dell'edificio

Condizionamento invernale

impianto riscaldamento (tradizionale) presente assente

tipologia

consumi

strategie/tecnologie per il riscaldamento

- Grandi vetrate sulla facciata esposta a Sud
- Tripli vetri
- Tetto giardino
- Riscaldamento a pavimento
- Sistemi di ventilazione meccanica con il recupero del calore (MVHR)

Condizionamento estivo

impianto raffrescamento (*tradizionale*) *presente* *assente*
 tipologia.....
 consumi.....

strategie/tecnologie per il raffrescamento

- *Sistemi di schermatura solare*
- *Tetto*

Elettricità *rete pubblica* *pannelli fotovoltaici collegati alla rete* *autonomo*
se presente fotovoltaico:
4 pannelli fotovoltaici
 mq.....kWh prodotti

Gestione dell'acqua

| | <i>presente</i> | <i>assente</i> |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| impianti raccolta e riutilizzo delle acque piovane | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque domestiche | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti di raccolta, riciclo e/o riutilizzo delle acque grigie | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| regolatori per l'acqua della doccia e rubinetti | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| impianti produzione acqua calda | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

se presenti pannelli solari:
 2 pannelli solari (...mq 300 litri di acqua calda prodotti)

3.4 Un primo bilancio complessivo

I progetti analizzati, tutte abitazioni unifamiliari, hanno in comune il triplice obiettivo di realizzare edifici: *low Energy, low cost, off-site*. Le residenze, prevalentemente prototipi, nascono dall’iniziativa di Enti di Ricerca o del mondo imprenditoriale con la volontà di offrire una precisa risposta ad un’esigenza di mercato, che vuole edifici efficienti e a basso costo, e ad un bisogno globale di ripensare il settore delle costruzioni in chiave sostenibile.

Va sottolineato che anche se promosse e finanziate da grosse S.p.a. queste sperimentazioni vantano, in numerosi casi, la collaborazione di progettisti quali Matteo Thun, Bill Dunster, Sheppard Robson, lo studio Arup ed altri. Questa condizione determina l’innegabile pregio di ottenere case prefabbricate “su progetto”, svincolate dalle logiche dell’edificio “chiavi in mano” (la minoranza dei casi studio).

I tempi di realizzazione, in generale, si attestano tra i 2 e i 3 mesi (fatta eccezione del prototipo “*Magic Box*” montato in soli 7 giorni, qualche edificio che richiede di 5 o 6 mesi, e il “*Progetto Fuji*” per il quale sono stati impiegati un anno e mezzo), e, se si considera il solo montaggio della struttura portante priva di rifiniture, anche solo pochi giorni.

I *Mmc (Modern method of construction)* privilegiati rimangono la struttura a telaio e quella a pannelli portanti, molti dei quali *SIPs (Structural Insulated Panels systems)* (fig 49), soprattutto per la capacità di tali tipologie strutturali di favorire configurazioni differenti; meno utilizzate le strutture tridimensionali di tipo cellulare in *Cfs (Cold formed steel)*, se non per i blocchi servizi (bagno, cucina). Interessante la capacità di alcuni progetti di coniugare i differenti *method of construction* in un’unica realizzazione.



Figura 49. SIPs (Structural Insulated Panels systems)

Unica abitazione ad utilizzare unicamente *containers* marittimi la “*R4house*” (fig. 50) di Luis De Garrido, progetto di chiara natura pubblicitaria che segue la tendenza, di moda negli ultimi

anni, di riutilizzare cellule tridimensionali di questo tipo per realizzare abitazioni ed edifici commerciali, ad uso non provvisorio. Modulo, quello del *container*, che presenta problemi legati alla climatizzazione, sia nei climi caldi che in quelli freddi.

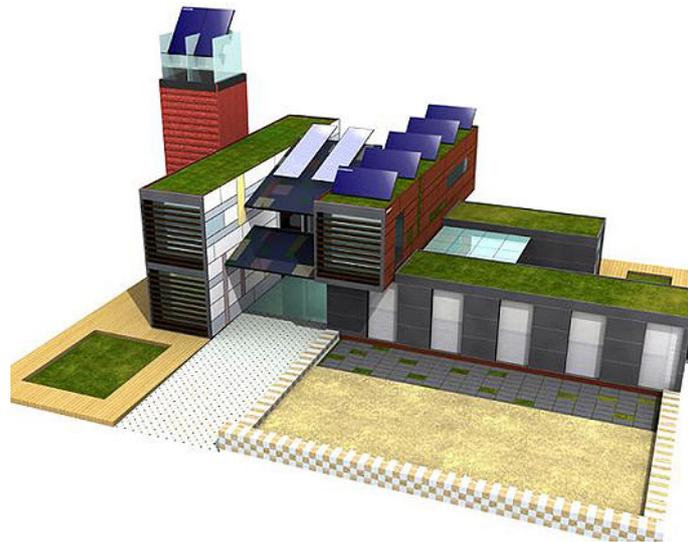


Figura 50. R4house

Progetti dalle differenti morfologie: dall'unico piano al duplex, su tre o perfino quattro livelli come “*Sigma House*” che mostra la chiara intenzione di privilegiare la crescita in altezza dell'edificio, al fine di minimizzare il suo *foot ecological imprinting* (impronta ecologica).

In linea generale, il tema della sostenibilità ritorna spesso nei progetti analizzati, come dimostra l'attenzione alla salvaguardia dell'ambiente, attraverso un uso razionale delle risorse, facilitato dalle tecniche costruttive *off-site* che, tra l'altro, favoriscono minori scarti da cantiere e un maggiore controllo nella selezione dei materiali utilizzati. Inoltre, soprattutto nelle esperienze inglesi, è evidente l'adesione all'obiettivo *zero carbon emission* e l'impegno, dimostrato da diversi architetti, che, con sistemi passivi, orientamento delle facciate, disposizione degli ambienti interni e delle aperture, tendono a massimizzare illuminazione, ventilazione naturale e soleggiamento, riducendo l'impiego di tecnologie attive.

La sfida di concepire edifici passivi o con bassi consumi investe gli esempi schedati che, certificati o meno, raggiungono, secondo la classificazione energetica CasaClima, la Classe A o la Classe B, con consumi annui inferiori ai 50 kWh/m².

Appare necessario sottolineare che i casi studio, in prevalenza, sono realizzati per climi continentali, il che significa che anche le tecnologie impiegate rispondono alle esigenze di climatizzazione imposte da tali contesti. Va detto inoltre che anche gli edifici costruiti in Italia come “*Heidi*” e “*SMARThouse*” sono realizzati per le temperature più rigide del Nord e lo stesso può dirsi per gli edifici progettati in Spagna (“*Magic Box*”, *Progetto Fujy*”, zona Madrid).

3.4.1 “Punti di forza”: i principali livelli di innovazione riscontrati

Numerosi i punti di forza degli edifici oggetto di studio; tra le innovazioni, innanzitutto, è da annoverarsi l'utilizzo di sistemi domotici (fig. 51) che, attraverso apparecchiature programmate dall'utente, permettono la gestione computerizzata degli impianti tecnologici di climatizzazione, sicurezza, distribuzione dell'acqua, al fine di monitorare i consumi e il *comfort* ed evitare gli sprechi energetici. Con l'adesione a tali sistemi queste sperimentazioni rientrano all'interno della *home automation* e degli edifici intelligenti.



Figura 51. Esempi di sistemi domotici utilizzati nei prototipi del BRE Innovation Park

Dall'analisi si evince che il problema maggiormente sentito dai progettisti è quello della climatizzazione invernale; sono infatti utilizzate differenti strategie per ottenere il riscaldamento degli ambienti, fra cui emerge l'utilizzo di pannelli radianti a pavimento, ma anche a soffitto, come nel caso di “*SMARThouse*” della Mapo Group. I pannelli radianti sono nei differenti casi collegati (fig.52):

- a collettori solari e caldaie a pellet³²⁸ o a condensazione³²⁹ a metano o gpl;
- ad una pompa di calore geotermica³³⁰;
- ad una pompa di calore aria-acqua³³¹ (ASHP *Air Source Heat Pump*) che svolge le stesse funzioni della pompa di calore geotermica evitando perforazioni e scavi.

³²⁸ Il pellet è un combustibile costituito da legno vergine essiccato e pressato in piccoli cilindretti, senza alcuna aggiunta di additivi. A causa della forma cilindrica e liscia e delle piccole dimensioni, esso tende a comportarsi come un fluido, il che agevola la movimentazione del combustibile e il caricamento automatico delle caldaie. Il pellet di legno può essere utilizzato nelle caldaie a cippato oppure in caldaie appositamente progettate. Un impianto di riscaldamento a pellet è costituito dai seguenti componenti: caldaia, serbatoio del pellet, sistema di alimentazione del pellet, centralina di regolazione, eventuale accumulatore inerziale e bollitore per acqua sanitaria.

³²⁹ Le caldaie a condensazione riescono ad ottenere rendimenti molto elevati grazie al recupero del calore latente di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi. Per condensare il vapore dei fumi, esse sfruttano la temperatura dell'acqua di ritorno dall'impianto termico, più fredda rispetto alla temperatura dell'acqua di mandata. I fumi vengono fatti passare in uno speciale scambiatore - condensatore che permette di sottrarre, tramite condensazione, il calore latente del vapore acqueo. In questo modo la temperatura dei fumi in uscita si mantiene allo stesso valore della temperatura di mandata, ben inferiore ai 140/160 °C dei generatori tradizionali ad alto rendimento. Esse infine esprimono il massimo delle prestazioni (risparmi del 40% e oltre) quando vengono utilizzate con impianti che funzionano a bassa temperatura (30-50 °C), come ad esempio con impianti radianti (pannelli a soffitto, serpentino a pavimento o serpentino a parete).

³³⁰ La pompa di calore geotermica utilizza il terreno o l'acqua che si trova nel terreno come fonte o come dispersore di calore. Il trasporto dell'energia termica è effettuato mediante la stessa acqua o mediante un liquido antigelo, eccetto nelle pompe di calore a espansione diretta, in cui si usa un fluido refrigerante che circola nello scambiatore posto nel terreno.

In alcuni progetti è utilizzata una pompa di calore aria-aria³³² collegata a split, che provvede sia alla climatizzazione invernale che a quella estiva.

Il “Progetto Fujy” utilizza, invece, un pavimento radiante caldo/freddo che, se in inverno viene riscaldato con una caldaia elettronica a condensazione, in estate viene raffreddato con gas propano.

Utilizzati soprattutto nelle sperimentazioni inglesi e nei climi rigidi gli impianti di condizionamento e trattamento dell’aria HVAC (*Heating Ventilation and Air Conditioning*) del tipo

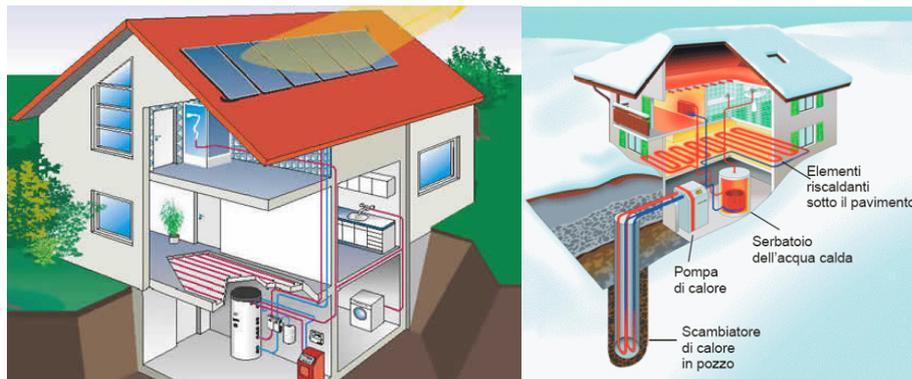


Figura 52. A sinistra: l’esempio di un sistema di riscaldamento che utilizza pannelli radianti collegati a collettori solari. A destra un sistema di riscaldamento a pannelli radianti collegati ad una pompa geotermica

MVHR (*Mechanical Ventilation with Heat Recovery* - Sistemi di ventilazione meccanica con recupero di calore) (fig. 53) con HRV (*Heat Recovery Ventilators* - ventilatori a recupero di calore) permettono di ridurre i consumi energetici attraverso il recupero del calore dagli ambienti bagno e cucina, calore che altrimenti andrebbe disperso, con il beneficio di mantenere alta la qualità dell’aria e la salubrità *indoor* e con l’ulteriore vantaggio del controllo dell’umidità che in edifici particolarmente isolati, ermetici, potrebbe creare problemi di condensazione.

³³¹ Le pompe di calore aria-acqua producono calore sfruttando l’aria esterna come fonte di energia, esse sono utilizzate sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua calda sanitaria.

³³² Le pompe di calore sono macchine termiche che operano trasferendo calore da una sorgente fredda ad una calda. Nella tipologia aria-aria lo schema più diffuso prevede l’utilizzo di split (con tale denominazione vengono classificate tutte le macchine ad espansione diretta di gas freon, costituite da una unità *motocondensante* (o *motoevaporante* in pompa di calore) e da una o più unità interne, anche variamente configurate, collegate alla unità esterna medesima). Esse sono utilizzate per la climatizzazione sia invernale che estiva, nel primo caso impiegano come sorgente fredda l’aria esterna, nel secondo l’aria interna al locale da raffrescare.

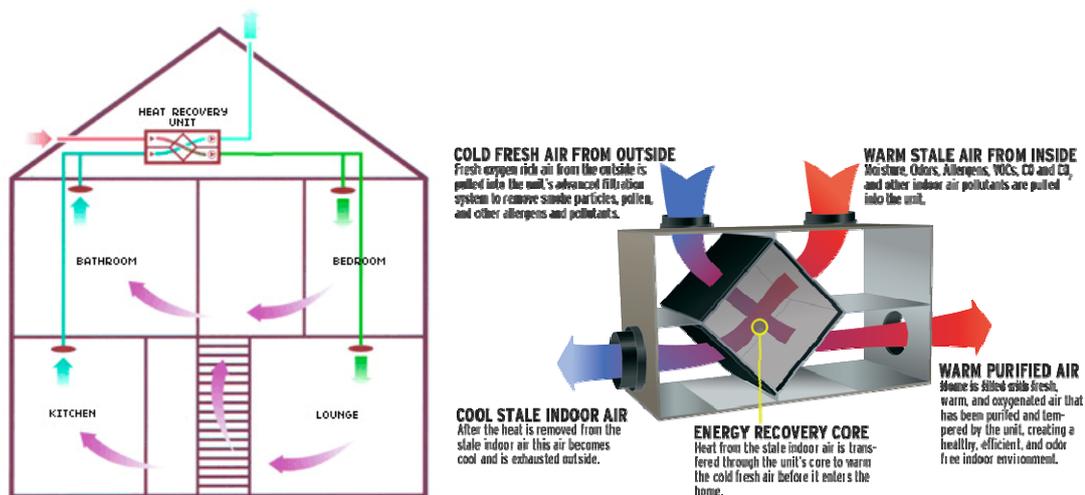


Figura 53. Sistemi di ventilazione meccanica con recupero di calore

Sistemi particolarmente innovativi impiegano *Phase Change Materials*³³³, i materiali a cambio di fase, presenti sia nel progetto spagnolo “*Magic Box*” che in quelli inglesi “*SIGMA home*”, “*LightHouse*” e “*RuralZed*”, accumulano e cedono calore all’ambiente, attraverso il passaggio dallo stato solido a quello liquido.

Nei progetti inglesi viene utilizzato un pannello isolante (fig.54), prodotto dall’azienda Du Pont, di 5 mm di spessore in laminato di alluminio, contenente *PCM* composto da un copolimero e cera paraffinica. Il pannello, in base alle fluttuazioni di temperatura nell’arco della giornata, tramite il cambiamento di fase, aiuta a ridurre gli sbalzi termici e a mantenere le temperature più alte o più basse, in base alle esigenze della stagione invernale o estiva.



Figura 54. Pannello isolante contenente PCM, prodotto dall’azienda Du Pont

³³³ I materiali a cambiamento di fase (PCM) garantiscono la conservazione del calore quando la temperatura è elevata, passando dallo stato solido a quello liquido, e rilasciano calore quando per abbassamento della temperatura si ri-solidificano. L’assorbimento e la cessione di calore, che avvengono ogni qualvolta si verifica anche una lieve escursione termica, conferiscono a questi materiali una grande capacità termica. Va sottolineato che la conservazione termica è raggiunta con un impiego minimo di massa, benché ciò si verifica solo quando la temperatura di accumulo supera il punto di fusione del materiale.

Nel prototipo “*Magic Box*” sono utilizzate, invece, capsule in plastica con riempimento in paraffina (fig. 55) disposte al disotto del pavimento sopraelevato, che regolano la temperatura interna, nelle notti d’ inverno, rilasciando il calore ricevuto dalle radiazioni solari diurne, ed in quelle estive, determinando un abbassamento della temperatura interna, grazie ai movimenti d’aria creati attraverso i *ventilation trapdoors*, le *lockgates* e le *grates* (griglie di ventilazione per pavimenti sopraelevati).



Figura 55. Capsule contenenti PCM nel prototipo “*Magic Box*”

Questi ultimi, nel progetto di De Garrido, permettono il passaggio, in estate, di aria fredda dal sottosuolo, attraverso un sistema geotermico di distribuzione dell’aria posizionato al disotto del pavimento sopraelevato.

Altro sistema innovativo da menzionare è la tecnologia “*Solar cooling*³³⁴” utilizzata nel progetto “*Atika*” della Velux. Tale impianto permette di trasformare l’energia termica prodotta dal sistema solare in “aria fredda”. Soprattutto in Paesi caldi come l’Italia, dove cresce la domanda di climatizzazione estiva questo sistema rappresenta un modo per ridurre i consumi energetici, utilizzando una fonte di energia rinnovabile come il sole anche per raffrescare e limitare l’uso di condizionatori tradizionali.

L’utilizzo di fonti di energia rinnovabili, collettori solari per il riscaldamento e la produzione di acqua calda e pannelli fotovoltaici e microturbine eoliche (“*SIGMA home*”, “*3716 Springfield*”) per la produzione di energia elettrica, è promosso in tutti i progetti ed in alcuni casi gli edifici puntano all’*off-the-grid*³³⁵ come “*3716 Springfield*” o come “*Magic Box*” che, attraverso apposite batterie di accumulo, è capace di soddisfare interamente il fabbisogno energetico dell’edificio.

³³⁴ Il *solar cooling* consiste nell’abbinamento tra pannelli solari termici ed una macchina frigorifera. In altre parole, la tecnologia del *solar cooling* permette di produrre freddo, sotto forma di acqua refrigerata o di aria condizionata, a partire da una sorgente di calore. Lo schema semplificato di funzionamento della tecnologia *solar cooling* è il seguente: i pannelli solari assorbono la radiazione del sole e la trasformano in acqua o aria calda; l’acqua o aria calda prodotta dai pannelli transita attraverso la macchina frigorifera, che la trasforma in acqua o aria fredda; l’acqua o aria fredda viene impiegata per raffrescare gli ambienti.

³³⁵ *Off the grid* significa letteralmente senza la rete, intendendo l’autonomia dai fornitori privati o pubblici (la rete appunto) che erogano energia a pagamento.

In considerazione delle norme e prescrizioni del *Code for sustainable homes* i prototipi presentati all'*Off-site - BRE Innovation park* riducono il fabbisogno giornaliero di acqua a persona da 160 litri a 80, attraverso sistemi di raccolta delle acque piovane e riciclo delle acque grigie. Uno dei sistemi presentati in questo ambito maggiormente all'avanguardia è l'Eco Play System (fig. 56), che riutilizza l'acqua della doccia e del lavabo per gli scarichi del wc.



Figura 56. Eco Play System

Va sottolineato che tutti gli edifici impiegano strategie passive per la climatizzazione, dal forte isolamento a vetri basso emissivi con gas krypton, alla massa termica, come nei progetti “*Hanson Eco-house*”, “*SMARThouse*” o “*Progetto Fujy*”. Nel primo, attraverso l'utilizzo di pannelli portanti prefabbricati, dello spessore di 30 cm, costituiti da un rivestimento esterno in laterizio, un'intercapedine isolata in poliuretano da 15 cm e da una controparete interna in blocchi di calcestruzzo cellulare; nel secondo con pannelli prefabbricati in c.a. di 37,5 cm, con uno strato di 19 cm di isolante in polistirene; nel terzo edificio, attraverso l'utilizzo di blocchi ceramici a bassa densità con proprietà termo-acustiche (Termoarcilla)

Uno dei sistemi privilegiati per il recupero di calore nelle stagioni fredde è rappresentato dalle serre o dalle grandi vetrate esposte a Sud che, per favorire la climatizzazione estiva, sono nella maggior parte dei casi combinate a sistemi di schermatura solare, per lo più in doghe di legno (larice siberiano, cumaru, castagno dolce) (fig. 57). Al fine di favorire la ventilazione incrociata, vengono proposte aperture (di minori dimensioni) sul lato nord e finestre da tetto (uno dei prototipi che risolve interamente il problema della ventilazione ed illuminazione interna con finestre da tetto è appunto “*Atika*” presentato dalla Velux).

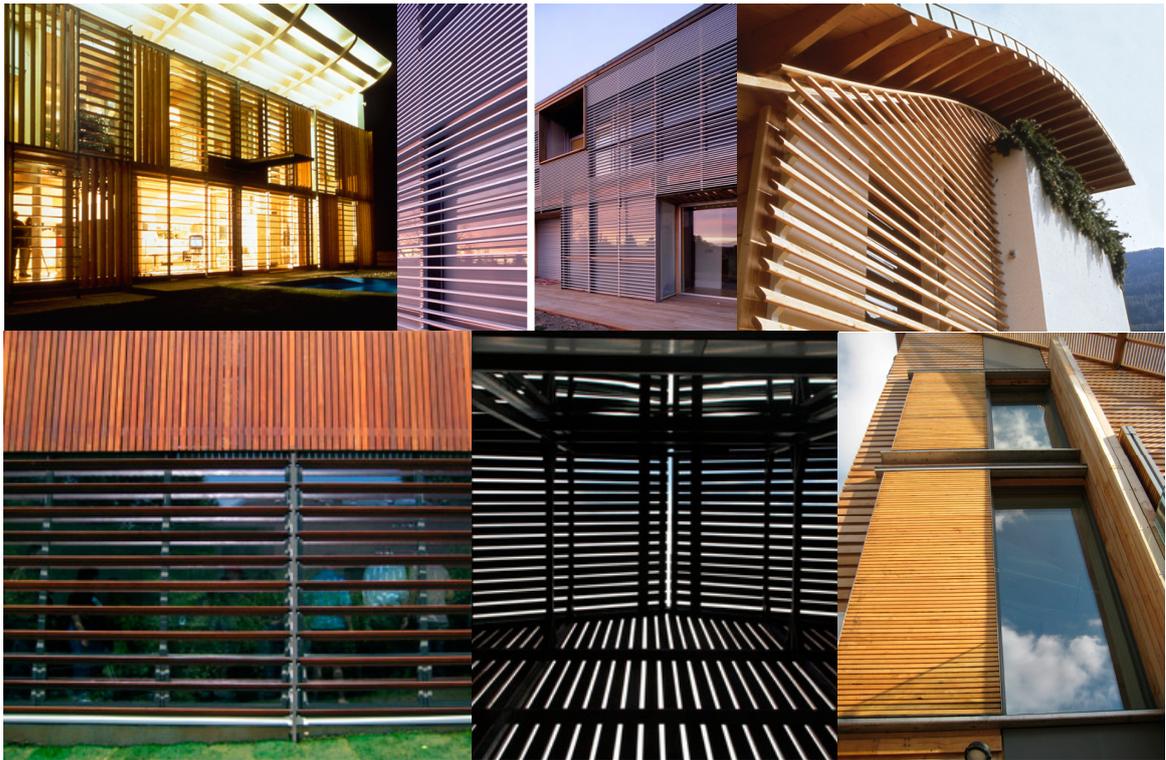


Figura 57. Sistemi di schermatura solare

Molti i prototipi che utilizzano in modo originale camini di ventilazione (fig. 58) sia per favorire i ricambi d'aria che il raffrescamento: “RuralZed”, con forma e colori particolari, “LIGHThouse” che attraverso un sistema di giochi di riflessione dalla copertura garantisce una migliore illuminazione agli spazi interni, “R4house” che utilizza un *container* in verticale come torre di ventilazione, “SIGMA house” nel quale sono posizionati dei parallelepipedi con la duplice funzione di camino e alloggiamento per i collettori solari e “Hanson Eco-house” che, con una conformazione particolare del tetto, rivestito in lastre di zinco, fa della sua stessa copertura un camino di ventilazione. Allo stesso modo, con inclinazioni differenti della chiusura superiore “Atika” sfrutta le “inclinazioni funzionali”, come definite dai progettisti, per migliorare l'illuminazione e la ventilazione dall'alto e “Magic Box” per ottimizzare le radiazioni solari (attraverso pannelli fotovoltaici disposti secondo differenti inclinazioni) (fig. 59).



Figura 58. Esempi di camini di ventilazione



Figura 59. A sinistra: La copertura del prototipo “Atika”. A destra: La copertura del prototipo “Magic box”

Lo studio della copertura è uno degli elementi caratterizzanti degli edifici analizzati, sia dal punto di vista bioclimatico che architettonico, come dimostrano i progetti sopradescritti e quelli di Matteo Thun, come ad esempio “*O sole mio*” e “*Heidi*”. Va, inoltre, ricordato che alcuni progetti sperimentano anche il tetto giardino, che migliora in modo naturale l’isolamento dell’abitazione e contribuisce ad innalzare il raffrescamento nella stagione estiva. Se, quando si fa riferimento ai sistemi prefabbricati, si teme che possano limitare la “creatività” dell’architetto, la varietà delle coperture e dei materiali impiegati, nei casi studio trattati sono testimonianze che rassicurano in merito a questo aspetto. Anche rispetto ai rivestimenti esterni molteplici sono le soluzioni adottate: dai materiali ceramici, al legno (larice siberiano, cumaru, castagno dolce), indubbiamente il materiale maggiormente trattato, al cemento fibrorinforzato, alla plastica riciclata, ai mattoni in laterizio, al vetro, agli intonaci (fig. 60).



Figura 60. Esempi dei tipi di rivestimento utilizzati nei casi studio

Merita, inoltre, menzione l'innovativo sistema di fondazioni adottato dallo Stewart Milne Group in “SIGMA Home”; se, in generale, i progetti analizzati utilizzano sistemi tradizionali di fondazione a platea o a travi rovesce in c.a., questo prototipo impiega il “Roger Bullivant System First³³⁶” (fig. 61), un sistema di fondazioni modulari che minimizza lo scavo utilizzando pali e travi, e che richiede tempi rapidi per il completamento, soli 5 giorni.



Figura 61. Fondazioni del tipo Roger Bullivant System First

In molti edifici esaminati l'integrazione fra sistemi attivi e passivi consente di raggiungere migliori risultati dal punto di vista energetico. Infine la confluenza fra aspetti legati alla progettazione bioclimatica e il design dimostra come la mano del progettista può ridefinire e reinventare elementi appartenenti anche alla tradizione costruttiva locale.

³³⁶ Per ulteriori informazioni <http://www.roger-bullivant.co.uk/products/systemfirst.html>

3.4.2 Limiti e contraddizioni delle soluzioni analizzate

Numerosi sono i punti di forza degli esempi analizzati, che, nelle loro sperimentazioni, mostrano un'attenzione particolare alle problematiche ambientali, rispetto alle tipiche “case chiavi in mano” tuttavia essi evidenziano anche limiti e contraddizioni.

Il primo elemento da evidenziare è la mancata soluzione del problema relativo al condizionamento estivo; partendo dal presupposto che questi edifici sono stati, per lo più, concepiti per i climi nordici, essi si presentano particolarmente ermetici, isolati e con una superficie di aperture ridotta. Se queste strategie appaiono ottimali, per rispondere alle rigide temperature invernali, devono considerarsi meno adatte ad affrontare il calore estivo, ed è oramai noto che il surriscaldamento del globo pone, a livello trasversale, in ogni Regione della terra, l'accento sul tema del raffrescamento. Va detto, inoltre, che rispetto all'obiettivo del *comfort* estivo alcuni edifici non solo si presentano carenti dal punto di vista delle strategie passive adottate ma anche per la insufficienza o carenza di impianti e tecnologie attive, mentre in alcuni climi con estate mite questo problema potrebbe non rappresentare una difficoltà per l'utente, in una Nazione come l'Italia può determinare l'inevitabile corsa all'acquisto del condizionatore.

Altro aspetto negativo che va evidenziato riguarda la completa disattenzione alla gestione della risorsa acqua: mancanza di impianti di raccolta, riciclo e riutilizzo delle acque piovane, domestiche, grigie ed inoltre di regolatori per il flusso dei rubinetti e della doccia. A tal proposito appare necessario sottolineare che i progetti che mostrano un maggiore interesse rispetto a questo tema sono quelli dove la normativa è più cogente come in Gran Bretagna e in Nord America (es. *Code for sustainable homes, LEED*); altro caso che propone strategie volte al recupero e riutilizzo delle acque è lo spagnolo “*Progetto Fujy*”.

Sia dal punto di vista architettonico che bioclimatico si evince che le soluzioni adottate dal punto di vista formale non presentano particolari innovazioni: pianta quadrata o rettangolare, distribuzione degli interni con scarso riferimento all'orientamento, mancanza, in molti casi, di attenzione all'aspetto architettonico e compositivo. Esempio tra tutti la villetta “*SMART House*”: una comune abitazione, tipica espressione dell'edilizia di molte periferie italiane, priva di alcuna attenzione all'involucro (*fig. 62*).



Figura 62. SMART House

Proprio la configurazione dell'involucro, infatti, potrebbe rappresentare una delle sfide di maggiore interesse della *prefab home*.

Le sperimentazioni nate nella nostra penisola o in quella iberica, come: “Atika” e “R4house”, nascono da azioni pubblicitarie; infatti sia a livello strutturale che nella rispondenza alle classi di esigenza si mostrano deboli, anche perché sono progettate per esposizioni fieristiche o come manifesto di un'azienda *leader* nella vendita di un prodotto edile. Pertanto ci poniamo l'interrogativo di quanto realmente siano abitabili, anche in considerazione del fatto che entrambi questi edifici sono costituiti prevalentemente con semplici pannelli *sandwich* in lamiera grecata. La stessa “*Magic box*”, intelligente sperimentazione del *Universidad Politecnica de Madrid*, mostra delle carenze, riscontrabili in un non elevato benessere termo-acustico e in notevoli problemi di umidità (*fig. 63*), in prossimità del blocco mobile³³⁷ inserito nel prototipo per creare uno spazio patio, chiara citazione di un elemento simbolo dell'architettura mediterranea.



Figura 63. Problemi di umidità sulla parete mobile del prototipo “*Magic Box*”

³³⁷ Si veda scheda di analisi “*Magic Box*”

Tutte le costruzioni esaminate presentano un alto grado di rispondenza ai requisiti tecnologici selezionati e offrono notevoli testimonianze dei vantaggi della costruzione *off-site*, sia rispetto al trasporto che all'uso di materiali e prodotti ecocompatibili. Tuttavia ad una riflessione più attenta, si può considerare che, per ciò che concerne il trasporto, produrre e assemblare in *situ*, o entro i confini nazionali, un edificio, con materiali prodotti interamente in loco ha un costo non elevato a livello energetico ed economico, mentre ipotizzare ad una vendita oltre i confini dello Stato determina un dispendio energetico che riduce o azzerava i vantaggi di una realizzazione *low Energy*. Lo stesso discorso può estendersi ai materiali utilizzati, che spesso sono definiti con troppa facilità eco o bio compatibili, ma di cui in molti casi non si conosce la provenienza e il trattamento o che possono ritenersi dannosi per la salute umana. Ad esempio i materiali isolanti impiegati in molti degli edifici studiati, lana di roccia o lana di vetro, che seppur di origine naturale e quindi preferibili, rispetto agli altri isolanti, presentano gli svantaggi di: liberare nell'aria microfibre particolarmente irritanti per le mucose dell'apparato respiratorio. Nella produzione e confezionamento dei pannelli spesso sono utilizzati collanti di origine petrolchimica che possono determinare problemi sia agli operai che svolgono l'operazione di posa in opera, sia agli abitanti, nel caso di fessurazioni delle superfici del pacchetto parete o copertura. Va oltretutto ricordato che la pericolosità dovuta alla dispersione di fibre nell'ambiente ha determinato la regolamentazione nell'uso di tali materiali sia da parte della Comunità Europea sia del Ministero della Sanità³³⁸.

In ultimo, in considerazione del numero prevalente di prototipi tra i casi studio, va sottolineato che il passaggio dalla proto tipizzazione al mercato della casa prefabbricata richiede numerose riflessioni e modifiche da apportare agli edifici. Il prototipo è, infatti, un modello oggetto di sperimentazione che, nel caso specifico, propone tecnologie attive o passive, non sempre innovative, con l'obiettivo di raggiungere l'efficienza energetica dell'abitazione e che dimostra la validità delle strategie impiegate in seguito ad una fase di monitoraggio. Se da un lato un edificio-modello ha l'indubbia capacità di mostrare con maggiore facilità quelli che sono gli elementi da potenziare e quelli che invece necessitano di un completo ripensamento, dall'altro mostra il limite di non misurarsi con dei reali utenti e con un contesto specifico.

³³⁸ La dispersione di fibre in ambiente, particolarmente elevata nelle operazioni di manutenzione, rimozione e smaltimento, è regolamentata dalla direttiva CEE 67/548 e successive modificazioni che prevede modalità per la manipolazione dei prodotti fibrosi, mentre la Circolare del Ministero della Sanità del 25/11/91 n.23 fornisce prescrizioni per il loro corretto impiego. Valutazioni sull'effetto cancerogeno associato all'esposizione a fibre minerali artificiali sono riportate nella monografia IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) n. 43 del 1988.

STRATEGIE PROGETTUALI INNOVATIVE PER LA CONTESTUALIZZAZIONE DELLE CASE ECOLOGICHE PREFABBRICATE

Lo scopo dell'architettura è commuovere. L'emozione architettonica si verifica quando l'opera risuona dentro di noi in armonia con l'universo alle cui leggi tributiamo obbedienza, fede e rispetto.

Le Corbusier

4.1 Il ruolo del contesto nei progetti esaminati: *prefabricated home and landscape*

La casa è indubbiamente il luogo dove un uomo, durante la vita, trascorre la maggior parte del suo tempo e proprio nell'etimologia della parola abitare, dal latino *habitāre*³³⁹ “tenere stabilmente, di continuo” derivato di *habēre* “avere in mano, tenere” si comprende il legame profondo, intimo che si instaura tra un individuo e lo spazio nel quale risiede. Come ci ricorda Heidegger è insito nella natura stessa dell'uomo l'abitare, *inteso come il soggiornare dei mortali sulla terra*³⁴⁰.

Riflesso delle emozioni e delle aspirazioni di chi vi abita, la casa, in qualsiasi parte del mondo, sia una villa vittoriana o una capanna Masai, nell'immaginario collettivo, è uno spazio familiare, parte delle nostre radici e dei nostri ricordi, il luogo nel quale progressivamente si afferma la nostra personalità, uno spazio unico perché espressione della nostra unicità, nessun altro è uguale a noi, nessuno manifesta i nostri stessi desideri, le nostre stesse esigenze.

Un'abitazione, più di qualsiasi altro edificio, nasconde in sé un senso di appartenenza ai luoghi dettata da componenti psicologiche e affettive, sociali e culturali; nell'attuale clima di globalizzazione, la nostra isola felice rimane l'“*home sweet home*” e nessun uomo di buon senso potrebbe realmente pensare che la dimora del signor Rossi di Roma sia identica a quella del canadese signor McDonald o ancor peggio che la casa cinese del signor Chiang sia la stessa del signor Ahmed in Marocco.

I casi studio selezionati³⁴¹, per lo più prototipi, pur concepiti per una determinata fascia climatica, hanno il neo, inevitabile per delle costruzioni sperimentali, di non essere “contestualizzati”; non può, infatti, uno spazio espositivo, come una fiera o un appezzamento di terreno a disposizione di un'azienda assimilarsi ad un “contesto” urbano. Tali edifici sono indubbiamente

³³⁹ Si veda la voce “abitare” Lessico Universale Italiano, Istituto della Enciclopedia Italiana Giovanni Treccani, Roma, 1977

³⁴⁰ Heidegger M., *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, 1976

³⁴¹ Si veda il paragrafo 3.3 “*Case Studies: esempi tratti dalla letteratura. Un'analisi ad ampio spettro*”

delle “*machine*” perfette, delle costruzioni nelle quali sono trattati e, in molti casi, correttamente risolti, i problemi relativi al risparmio delle risorse e all’efficienza energetica e sperimentate tecnologie innovative per sistemi e componenti. Modelli di sostenibilità e di buona pratica costruttiva, da cui trarre suggerimenti e desumere elementi da introdurre in nuovi progetti, che siano il frutto delle richieste di una committenza e di uno studio attento del luogo d’inserimento, come la casa di Adriane e Tahar Benhidjeb³⁴², progettata dallo studio tedesco Kaden+Klingbeil Architekten, nella periferia di Berlino. L’edificio, un’abitazione su tre livelli, con poche aperture sul lato nord e ampie vetrate sul giardino a sud, si differenzia dalle altre residenze unifamiliari, per lo più intonacate di bianco e con tetto a spiovente, per la copertura piana e il rivestimento quasi completamente in legno, fatta eccezione del basamento di intonaco rosso. Questo edificio appare particolarmente interessante per diverse motivazioni: non solo è espressione ben riuscita di una pratica consolidata nei Paesi nordici, quale l’uso di tecniche costruttive *off-site*, ma soprattutto perché, nonostante sia una *prefab home*, si relaziona al contesto, rispettandone il *genius loci*, con l’ulteriore volontà di rappresentare “una nota di colore”, nella grigia periferia berlinese. Inoltre sottolinea un proprio carattere architettonico, e si discosta dagli altri edifici per la particolare morfologia, per lo studio delle aperture e per l’impiego del legno (materiale locale) in facciata. Accolti dalla giovane sig.ra Adriane è immediatamente evidente la percezione di comfort che si respira all’interno dell’abitazione; sin dall’ingresso, nonostante il rigido clima invernale (fine febbraio del 2008); la prima sensazione fu quella di visitare un ambiente caldo, accogliente, un luogo capace di raccontare dei suoi abitanti, di comunicare delle emozioni.

Se consideriamo i diffusi pregiudizi sulla prefabbricazione, i timori che legano questa tecnica costruttiva a discorsi ben più complessi di omologazione sociale, appare evidente come Benhidjeb *house* sia la dimostrazione che quando il progettista pone alla base delle sue realizzazioni l’utente e il sito ottiene un risultato corretto, a differenza di quanto accade se l’edificio è concepito come espressione esclusiva della tecnologia, privo di riferimenti al contesto nel quale si inserisce.

“*La storia, la cultura, il clima e la geografia offrono una vasta gamma di possibili temi che gli architetti possono sviluppare*”³⁴³; dall’analisi di molti dei prototipi, infatti, si evince l’attenzione per forme e materiali che possono coniugarsi con particolari contesti, siano essi urbani o paesaggistici. Appare infatti necessario che il progettista non dimentichi che un buon edificio è anche espressione di un linguaggio architettonico studiato nei minimi particolari, sia

³⁴² Per approfondimenti si rimanda alla scheda d’analisi “*Benhidjed house*”

³⁴³ de Botton A., *Architetture e felicità*, Guanda, Parma, 2006, pg. 226

in riferimento all'involucro che al *interior design*. È forse questo uno degli aspetti che merita maggiore attenzione in quanto, se a livello di *energy performance*, gli edifici studiati sono espressione della tecnologia più all'avanguardia, è nella ricerca di qualità architettonica che alcune case prefabbricate si mostrano carenti. Tale impegno è leggibile in alcuni elementi delle *prefab homes*, come ad esempio nella configurazione di “*Casa Heidi*”³⁴⁴ di Matteo Thun che, ispirata al maso sudtirolese, riprende in copertura la forma dei fienili a due spioventi del Trentino, nei prototipi “*O Sole Mio*”³⁴⁵, “*Fugy*”³⁴⁶, “*Atika*”³⁴⁷ e “*Solar Decathlon 2005*”³⁴⁸. Queste ultime pensate per i climi mediterranei, nelle diverse inclinazioni del tetto cercano di massimizzare l'utilizzo dell'energia solare, provando oltretutto a riprodurre, se pur a livello esemplificativo, uno spazio-patio, tipico delle abitazioni latine. Merita attenzione anche l'utilizzo della parete prefabbricata con rivestimento in laterizio della “*Hanson Eco-House*”³⁴⁹, che riprende uno dei materiali tipici della tradizione anglosassone, che avendo una vasta diffusione in diverse aree geografiche può ritenersi patrimonio comune a più luoghi.

Va, inoltre, menzionata la “*Lighthouse*”³⁵⁰ di Sheppar Robson che, ispirato agli edifici rurali della campagna inglese, sia nei materiali, che nella forma, si pone l'obiettivo di massimizzare l'utilizzo delle risorse naturali, difficile da realizzare, in un vuoto urbano nel centro di Londra. Da sottolineare infatti che, mentre nei siti periferici di espansione, con maggiore facilità si può intervenire sul territorio in un contesto urbanizzato, soprattutto nelle grandi città, l'operazione di inserimento di questi “edifici-prototipo” diviene più complessa, si pensi ad esempio alla “*RuralZed*”³⁵¹ per la quale sono state proposte configurazioni differenti (*fig.64*) al fine di facilitarne un rapporto più armonico con il sito di costruzione.

Minore attenzione al problema dell'integrazione edificio-ambiente si evince in “*R4house*”, questo prototipo, costituito da 6 *containers*, mostra reali difficoltà ad inserirsi in un contesto differente da quello fieristico, con la necessità, individuato un eventuale luogo di inserimento, di una completa rivisitazione morfologica, al punto da sembrare più un esercizio grafico e tecnologico che una sperimentazione architettonica.

³⁴⁴ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*Casa Heidi*”

³⁴⁵ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*O Sole Mio*”

³⁴⁶ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi del “*Prototipo Fugy*”

³⁴⁷ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*Atika*”

³⁴⁸ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi della “*Solar Decathlon 2005*”

³⁴⁹ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*Hanson Eco-House*”

³⁵⁰ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*Lighthouse*”

³⁵¹ Per approfondimenti si rimanda alla scheda d'analisi di “*RuralZed*”



Figura 64. Differenti esempi di RURAL ZED

“SMARThouse”, esempio tipico di molta edilizia della periferia italiana, evidenzia quelli che sono i limiti di una casa “chiavi in mano”, dove un terrazzo e un tetto a spiovente sembrano essere gli elementi base ripresi dal paesaggio urbano aretino, senza la minima riflessione rispetto a nuove configurazioni o ai materiali tradizionali del luogo: un intonaco bianco diviene l’“abito anonimo” dell’edificio.

Gli esempi inglesi presentati all’*Innovation Park*: “Organics”, “Affordable home” e “SIGMA home” nella semplicità di edifici pluriplano, con copertura piana o ad unica falda, non mostrano difficoltà ad essere inseriti, con delle modifiche, in un contesto urbano, ci si pone invece l’interrogativo di come essi potrebbero valorizzare, arricchire l’ambiente circostante, divenire non solo dal punto di vista energetico ma anche compositivo un elemento caratterizzante, esemplare nell’esprimere il suo *genius loci*. Va ricordato che in questi progetti si legge l’impegno ad utilizzare materiali locali: come per “Organics” dell’azienda svedese Eco Tech che utilizza legno certificato proveniente dalle foreste nazionali e che per il mercato inglese ha ipotizzato una gamma di case *kit* che potessero rispondere alle esigenze culturali e sociali dello stato britannico o come “Affordable home” che nell’involucro impiega diversi materiali di rivestimento e studia differenti possibilità aggregative al fine di facilitare il rapporto con l’edilizia preesistente.

Interessante riflettere sul parallelo che può stabilirsi tra due progetti realizzati in Nazioni lontane quali la Spagna e il Kansas (USA) (fig.65), essi presentano la stessa morfologia ma diversità sia nelle tipologie strutturali adottate (una si avvicina alla tradizione costruttiva spagnola e l'altra rispecchia quella americana) sia nello studio delle aperture e dell'involucro. I prospetti, infatti, mostrano una identità propria, originale, che nasce dall'attenzione ai principi della bioclimatica e da differenti *background* progettuali. In entrambi si fa uso del legno che nel "Progetto Fujy" è il materiale impiegato per realizzare il sistema di *brise soleil* mentre in "3716 Springfield" diviene, utilizzato in doghe di Cumaru, la seconda pelle dell'edificio.



Figura 65. Nelle prime due foto il "Progetto Fujy" nell'ultima "3716 Springfield"

Questi prototipi mostrano come pur partendo dalla stessa ricerca formale un progetto può differire dall'altro grazie soprattutto al rapporto che stabilisce con il proprio intorno.

Venduta sul mercato canadese, la casa "chiavi in mano" "E-cube" da l'idea di essere concepita come residenza di vacanza o villa di campagna o più probabilmente in un paesaggio come quello americano per essere realizzata tra tante altre abitazioni unifamiliari lungo un verdeggiante viale alberato.

Da non sottovalutare inoltre, che gli esempi individuati rispondono alle esigenze climatiche e geografiche delle regioni del Nord Europa o del Nord America, il che determina nuovi interrogativi: con quali modifiche queste abitazioni potrebbero inserirsi in un contesto come quello siciliano o tunisino o catalano? come questi edifici potrebbero inserirsi in punti particolarmente panoramici, dove il contesto assume caratteri singolari che ne definiscono l'identità paesaggistica?

Luis Kahn auspicava l'avvento di una "tecnologia ispirata"; le nostre città o periferie sono oggi invase da un'edilizia di bassa qualità, poco ispirata, mentre l'utilizzo di tecnologie *off-site* potrebbe offrire all'attuale panorama urbano nuove prospettive, oltre al maggior controllo in fase di costruzione. Infatti, la stessa progettazione potrebbe, partendo dallo studio del contesto, delle reali esigenze dell'utenza e dei cambiamenti sociali, culturali ed economici in corso, sperimentare nuove soluzioni abitative derivanti dalla sfida del porre in costante relazione

l'ambiente naturale o urbano preesistente, l'uomo e l'innovazione tecnologica, per un'architettura in evoluzione che sia espressione dell'attuale società, mutevole e flessibile. “*Si potrebbe sostenere, a questo punto come afferma Alain de Botton, che un edificio è adeguato al suo contesto se incarna i valori più desiderabili e le ambizioni più elevate del momento e del luogo in cui si trova: un edificio che serve da deposito di un ideale non utopico*”³⁵².

Indispensabile valutare il “contesto temporale” nel quale viviamo; in questi ultimi anni, infatti, la società subisce cambiamenti rapidi e la velocità è il reale comun denominatore della vita contemporanea, l'uomo si prepara a rispondere nel modo meno traumatico ai mutamenti che coinvolgono, spesso in modo repentino, la sua vita personale e lavorativa, credo che in questo percorso l'architettura dovrebbe divenire “compagna di vita”, la risposta progettuale non può che essere rappresentata dalla flessibilità, “*nessun rimpianto, quindi, se essa dovrà essere più o meno rapidamente sostituita, anzi essa dovrà prevedere questa possibilità reale sin dal suo nascere.*”³⁵³

4.2 Approfondimento analitico di alcuni casi studio

Meritano un approfondimento alcuni dei casi studio analizzati in quanto, più di altri, sono la rappresentazione delle sperimentazioni e delle innovazioni sui temi del *low Energy* e delle *Mmc*. Le considerazioni di maggiore interesse, all'interno di questa ricerca, nascono dai sopralluoghi effettuati presso gli edifici visitati al *BRE- Innovation Park* e dallo *stage* presso la *Universidad Politecnica de Madrid*. Seppur la visita alla “*Benhidjed house*” a Berlino, o del prototipo “*Atika*” a Roma, siano stati importanti per meglio comprendere le potenzialità e le carenze della prefabbricazione edilizia, questi progetti presentano pochi elementi realmente innovativi. Con motivazioni e *background* culturale completamente differenti, i prototipi rivelano obiettivi ambiziosi soprattutto rispetto al tema dell'autosufficienza energetica: nel caso inglese, gli edifici nascono dall'esigenza, dettata dalla normativa, di guidare il mercato della produzione edilizia verso scelte ecosostenibili; nel caso spagnolo, invece, l'esperienza nasce da una sperimentazione universitaria, determinata dalla partecipazione al Concorso americano *Solar Decathlon*.

Al fine di rispettare le restrizioni del *Code for sustainable home*, le cinque aziende di *prefab homes*, che hanno partecipato alla manifestazione fieristica *Off-site*, hanno adottato le più innovative tecnologie in tema di risparmio energetico e uso razionale delle risorse, oltre alle

³⁵² de Botton A., *Architetture e felicità*, Guanda, Parma, 2006, pg. 227

³⁵³ In Spadolini P., *Cviltà industriale e nuove relazioni*, Libreria editrice fiorentina, Firenze, 1969, pg. 72

strategie passive (fig.66) che meglio si adattassero al clima oceanico. Edifici ermetici, con un alto spessore di isolamento, infissi a triplo vetro, poche e ridotte aperture sul lato nord e ampie superfici vetrate a sud, utilizzate per ottimizzare l'effetto serra e utilizzare il calore dovuto all'irradiazione solare; in alcuni casi, con un elevata massa termica.

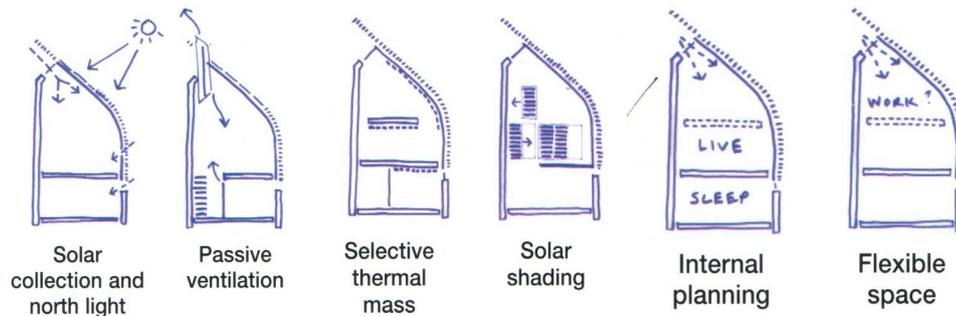


Figura 66. Strategie bioclimatiche utilizzate nel prototipo "Light House"

Le tecnologie impiegate aiutano a comprendere come una buona progettazione impiantistica possa rappresentare un supporto, soprattutto in climi rigidi, alle strategie bioclimatiche passive, in questi edifici, infatti, sono state utilizzate soluzioni necessarie per migliorare il *comfort indoor*: dai camini di ventilazione ai sistemi di ventilazione meccanica a recupero di calore (MVHR). Interessante anche l'adozione, nel prototipo "SIGMA home", di pannelli di lamina- to di alluminio (5mm) contenenti *Phase change materials*, capaci di cedere o accumulare ca- lore in base alle stagioni evitando gli sbalzi di temperatura. Con la stessa finalità, piccole cap- sule di questo innovativo materiale sono contenute nelle doghe di legno di "Lighthouse". Stra- tegie queste che rispondono a due esigenze, quella di riscaldare gli ambienti e quella di assi- curare la salubrità e il riciclo dell'aria.

Esemplari questi prototipi nel mostrare le diverse possibilità offerte dalla tecnologia per sfrut- tare le fonti di energia rinnovabile: pannelli solari o fotovoltaici, micro turbine eoliche o pom- pe di calore geotermiche, e anche nel sottolineare le capacità delle costruzioni fuori opera di essere competitive a livello economico. Le abitazioni, infatti, complete di rifiniture e arredi, sono state realizzate in soli due mesi, senza varianti in corso d'opera e con costi bloccati sin dalla progettazione.

La salvaguardia dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse è un tema che appartiene alla cul- tura anglosassone e nord europea, così che la normativa impone di utilizzare impianti per la raccolta e il riciclo dell'acqua al fine di diminuirne il consumo giornaliero, della età rispetto ai 160 litri procapite.

Significativa l'esperienza del *Innovation Park*, anche per la capacità delle aziende di proporre 5 prototipi di case prefabbricate (*"Lighthouse"*, *"Affordable Home"*, *"Hanson Eco-House"*, *"Sigma Home"*, *"Organics"*), differenti per morfologia e studio degli interni e nelle quali è leggibile la volontà di reinterpretare alcune caratteristiche materiche o formali dell'architettura tradizionale britannica: i mattoncini rossi, la copertura dei fienili di campagna, il *brick kiln* (fornace in mattoni) (fig. 67).



Figura 67. Esempio di una fornace in mattoni

Gli edifici spagnoli presentati alle diverse edizioni del Concorso *Solar Decathlon* 2005-2006-009 e il progetto rivisitato di *"Magic box"*, in via di realizzazione nel Comune di Rivas Vaciamadrid (Madrid), nascono dall'impegno di un gruppo universitario nella sperimentazione di soluzioni ad alta efficienza energetica rivolte ad un clima più mite come quello mediterraneo. Dal prototipo *"Magic box"* (edizione 2005) a quello *"B&W House"* (presentato all'edizione 2009), gli edifici hanno subito un'evoluzione rispetto alle strategie impiegate per la climatizzazione e hanno sperimentato nuove soluzioni anche dal punto di vista architettonico. Queste realizzazioni, non concepite per la commercializzazione, ma per scopi puramente sperimentali, mostrano il limite di non essere facilmente contestualizzabili, se non con delle modifiche. Particolarmente interessanti le tecnologie attive e passive impiegate nelle diverse abitazioni, come ad esempio il tetto giardino, la facciata ventilata, lo spazio-patio, i sistemi di

ventilazione, i collettori solari, l'uso di materiale a cambiamento di fase e, in ogni edizione, di una copertura di pannelli fotovoltaici finalizzata all'*off-the-grid*, rispetto alla rete elettrica. L'ultimo progetto, (fig. 68) al fine di ottenere un edificio autonomo dal punto di vista energetico, pone in opera una copertura fotovoltaica rotante capace di "inseguire" il sole, così come una facciata (fig. 69) costituita da celle in silicio policristallino. Queste ultime consentendo solo al 45% della luce di filtrare divengono un sistema di protezione e ombreggiatura per gli spazi interni, ottimizzando allo stesso tempo la captazione delle radiazioni solari. A livello simbolico, questo rivestimento rappresenta una citazione ripresa dalle facciate tipiche della tradizione araba, di cui numerose testimonianze sono presenti in Spagna.



Figura 68. "B&W House"



Figura 69. "B&W House": facciata fotovoltaica

Inoltre l'utilizzo di una pompa di calore geotermica permette, nelle giornate nuvolose, la produzione di acqua calda e il funzionamento del riscaldamento a pavimento (fig. 70).

L'occasione per verificare il passaggio dalla fase di prototipizzazione a quella di realizzazione dell'edificio *Magic box* è stata offerta al *Grupo de Investigación ABIO, Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*, dal Comune di Rivas Vaciamadrid, per la realizzazione della sede dell'*Agencia local de la Energía* della stessa amministrazione.

Questa operazione ha richiesto alcune necessarie modifiche, al fine di migliorare l’abitabilità dell’edificio e ridurre i costi di realizzazione. Questo aspetto appare particolarmente interessante, considerando che i casi studio analizzati per lo più sono prototipi. Il confronto con un contesto determinato e con le esigenze dell’utenza, da non sottovalutare, richiedono, caso per caso, una riflessione e dei cambiamenti, in considerazione di variabili differenti rispetto a quelle previste in fase di sperimentazione.

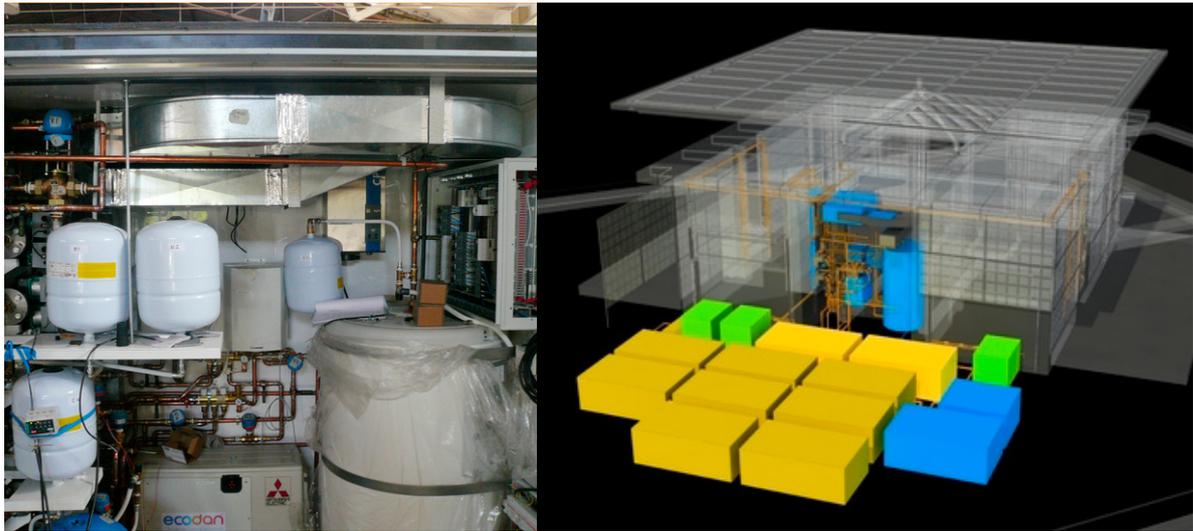


Figura 70. “B&W House”: impianto di climatizzazione

Anche semplici strategie, come l’aumento dello spessore dell’isolamento, l’inserimento di una differente tecnologia o di nuovi elementi architettonici, oppure l’eliminazione o l’aggiunta di un volume possono essere la risposta adeguata ai mutati obiettivi.

Dal momento che le esperienze descritte rappresentano il risultato di ricerche condotte da Enti di Ricerca, come l’inglese BRE (*Building Research Establishment*), e un Istituto Universitario, come la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid*, esse appaiono più indicative, rispetto a quelle promosse dal mondo dell’industria, per comprendere come relazionarsi alla progettazione di una *prefab home* e come soddisfare sia le esigenze architettoniche che quelle impiantistiche. Infatti, mentre la configurazione architettonica richiede un approfondimento sul tema del rapporto tra casa prefabbricata e contesto e può definirsi la parte originale, variabile di una progettazione, il sistema impiantistico rappresenta l’aspetto con un minore grado di variabilità, una costante, anche se è sempre necessaria una sua “contestualizzazione”, rispetto alle caratteristiche, in particolar modo climatiche, dell’ambiente nel quale si inserisce.

4.3 Componenti tecnologici per funzioni decontestualizzabili

Confrontando i casi studio selezionati si evince, dalla scomposizione degli edifici in unità tecnologiche, che gli elementi tecnici che hanno un minore grado di variabilità rispetto al contesto geomorfologico sono gli impianti di fornitura servizi: da quello di climatizzazione a quello elettrico.

Tali elementi possono definirsi, quindi, invarianti progettuali o costanti, che dimostrano una certa attitudine alla ripetibilità, all'impiego in residenze dalle differenti caratteristiche, ma soprattutto la capacità ad integrarsi sia con altri elementi delle realizzazioni *off-site* che con quelli dell'edilizia tradizionale. Non volendo svilire l'intera costruzione ad un "meccano", è possibile considerare, grazie ai vantaggi della prefabbricazione, degli elementi-componenti fissi e degli elementi-componenti variabili, rispetto alla configurazione spaziale e architettonica dell'edificio, che meglio interagiscano con i luoghi.

L'esigenza del progettista di esprimersi in libertà, e del committente di poter esercitare delle scelte autonome, prive di condizionamenti, determina la necessità di studiare componenti il cui comun denominatore sia rappresentato dalla flessibilità di collocazione. Infatti tali elementi devono essere compatibili con diverse tipologie costruttive, facilmente aggregabili e sostituibili; quest'ultima caratteristica, definita da Andreucci, Del Nord e Felli "intercambiabilità tecnologica"³⁵⁴, sottolinea il bisogno di relazione tra elementi di diversa natura, ma soprattutto, in un mercato dove la produzione industriale è sempre più varia e complessa, di integrazione tra prodotti di aziende differenti.

Fra i componenti "decontestualizzabili" si possono inserire anche tecnologie quali: pannelli radianti, pompe di calore, sistemi *MVHR*³⁵⁵, vetri basso emissivi, sistemi di raccolta delle acque piovane e riciclo delle acque grigie, ai diversi tipi di impiego dei *Phase Change Materials* o all'uso della domotica.

La messa in opera di tali tecnologie, nella maggior parte dei casi, non condiziona l'architettura di un'abitazione e gli impianti non sono direttamente percepibili dall'utente, in quanto ubicati in locali tecnici nel sottotetto, in cantina o in altri punti della casa. Tale discorso va esteso anche alle reti di distribuzione, a quelle di scarico e agli allacciamenti allocati in

³⁵⁴ Andreucci A., Del Nord R., Felli P., *Esperienze europee di sistemi aperti*, in Zambelli E. (a cura di), *Il sistema edilizio aperto*, Franco Angeli, Milano, 1982

³⁵⁵ *Mechanical Ventilation with Heat Recovery* - Sistemi di ventilazione meccanica con recupero di calore

piastre attrezzate³⁵⁶ (fig.71) o pareti tecniche³⁵⁷. Elementi, questi, che, in particolar modo nell'edilizia unifamiliare, possono assolvere anche a funzioni strutturali e che consentono di effettuare agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione. Va sottolineato, inoltre, che le pareti attrezzate possono essere utilizzate anche come elementi divisori di spazi differenti, come ad esempio bagno e bagno o bagno e cucina contigui.

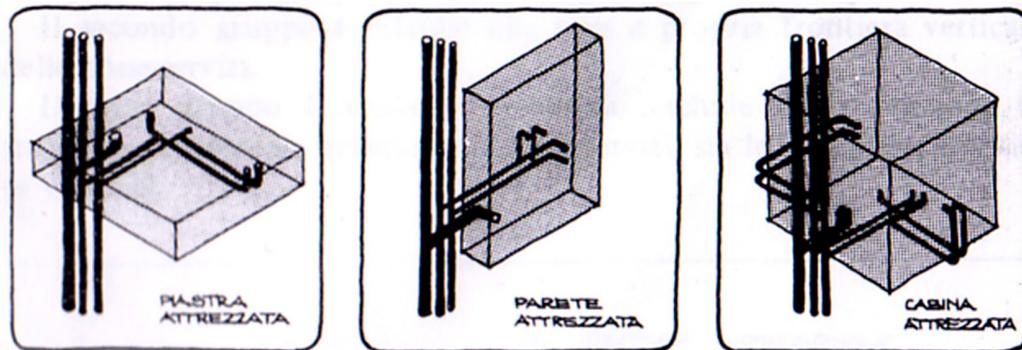


Figura 71. Schema degli allacciamenti allocati in piastre, pareti e cabine attrezzate

Tali elementi tecnici, in molti dei casi studio analizzati, contengono, inoltre, impianti a risparmio idrico ed energetico, come ad esempio serpentine per il riscaldamento a parete o a pavimento, condotti di aereazione, sistemi per il riciclo delle acque grigie (fig.72), tra i quali il più innovativo è l'Eco Play System³⁵⁸ che riutilizza, dopo un trattamento di filtraggio, l'acqua della doccia e del lavabo per gli scarichi del wc, riducendo i consumi dell'acqua di alimentazione e di scarico fino al 30%.

³⁵⁶ “Si tratta praticamente di utilizzare, per il passaggio delle canalizzazioni, o l'intero pavimento delle zone-servizi, o semplicemente la parte corrispondente alle attrezzature idro-sanitarie.” In Zambelli E. (a cura di), *Il sistema edilizio aperto*, Franco Angeli, Milano, 1982, pg. 279

³⁵⁷ “Le pareti tecniche sono elementi autoportanti che contengono del tutto oppure in parte colonne verticali e diramazioni orizzontali di alimentazione, evacuazione dei fluidi e degli aeriformi. Contengono inoltre i raccordi per gli apparecchi sanitari che possono essere appesi o solo affiancati alla parete. Una parete attrezzata minimale è dotata di lavabo, bidet e wc con relativa cassetta di cacciata. Spesso le pareti sono predisposte con attacchi per vasca, doccia, lavatrice, lavastoviglie, scaldabagno, canne fumarie, canne di ventilazione, ecc.

Esistono diversi livelli di complessità funzionale. Quello elementare di un traliccio metallico prefabbricato su cui vengono assemblati in opera schermature, attacchi, rivestimenti e apparecchi. Quello più evoluto di moduli pareti (modulo lavabo, modulo bidet, ecc.) completamente prefabbricati per quanto riguarda ogni aspetto in quali vengono aggregati in opera con appositi attacchi e guarnizioni. Esistono anche pareti costituite da un unico elemento prefabbricato che contiene tutte le installazioni ed apparecchiature”. In Zaffagnini M. (a cura di), *Progettare nel processo edilizio*, Edizioni Luigi Parma, Bologna, 1981, pgg. 491-492

³⁵⁸ Le acque grigie dal bagno e della doccia sono raccolte in un serbatoio nel quale sono “ripulite” rimuovendo i residui di superficie, come schiuma, peli e sapone. Le particelle più pesanti di rifiuto vengono trattenute verso il basso e poi espulse. Le acque grigie 'ripulite' sono poi trasferite in un serbatoio di stoccaggio e pronte per l'uso nello scarico del wc. Tale sistema è capace di immagazzinare 100 litri d'acqua sufficienti per circa 20 utilizzazioni.



Figura 72. Sistemi per il risparmio e il riciclo della risorsa acqua (a sinistra: Eco Play System)

Non va sottovalutato, tuttavia, che molte delle sperimentazioni in materia di pareti attrezzate (fig.73) sono state effettuate al fine di ottimizzare gli spazi interni dell’abitazione³⁵⁹, senza prendere in considerazione le strategie eco-sostenibili per il risparmio delle risorse. Questa riflessione potrebbe suggerire nuove prospettive di ricerca per le future sperimentazioni, da rivolgere allo studio di componenti edilizi complessi, indicati in questa ricerca come “costanti decontestualizzate”, che potranno utilizzare tecnologie atte a perseguire il recupero delle risorse ed il risparmio energetico



Figura 73. Differenti tipologie di pareti attrezzate

Questa stessa strategia può essere proposta anche per le cabine attrezzate: moduli tridimensionali, (in inglese “pod”) (fig.74), utilizzati come bagno o cucina. Queste “unità spaziali prefabbricate”, da noi indicate come “componenti costanti decontestualizzate”, vengono generalmente fornite di tutte le installazioni, attrezzature e rifiniture necessarie, che possono an-

³⁵⁹ Tale discorso, acquista un peso maggiore per strutture pubbliche o private come ospedali, edifici per uffici, ecc.

che variare, a seconda dei gusti della committenza; vengono trasportate e montate da operai specializzati, con particolare attenzione al corretto livellamento con la restante struttura e al collegamento delle canalizzazioni verticali.

La progettazione dei cosiddetti “pod” presenta particolari livelli di complessità dal momento che in questa fase occorre tener conto non solo degli aspetti impiantistici relativi al risparmio idrico ed energetico, ma anche della esigenza di utilizzare materiali da costruzione ecocompatibili anche per eventuali arredi fissi.

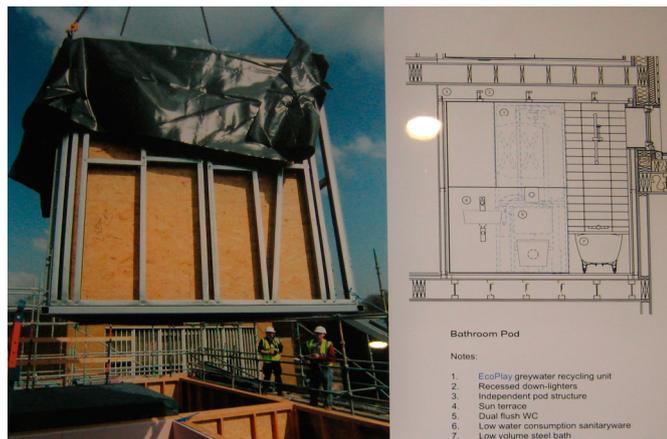


Figura 74. Pod completo dell'Eco Play System nel prototipo “Sigma House”

Prevedere l'utilizzo di moduli tridimensionali (fig. 75) che non rispondono ad una progettazione sostenibile determina un aumento dei consumi idrici ed energetici dell'intero edificio: la cucina e il bagno sono, infatti, gli ambienti nei quali si ha un maggiore spreco di risorse, in particolar modo della risorsa acqua. Ovviamente, l'utilizzo di tali sistemi è senza dubbio dal punto di vista economico (costi di costruzione, consumi energetici) più conveniente per edifici pluriplano.



Figura 75. Esempi di moduli tridimensionali che non prevedono strategie per il risparmio energetico

Come ci ricorda Edward Allen³⁶⁰, attraverso un diagramma a rete (fig.76), un edificio accoglie una serie di funzioni interconnesse tra loro; alcune di esse sono assicurate dall'uso in principal modo di tecnologie attive, che generano e pompano calore, fanno circolare l'aria, forniscono luce, alimentano utensili, distribuiscono l'acqua e raccolgono i rifiuti liquidi. Le soluzioni impiantistiche che svolgono tali funzioni rappresentano il sistema linfatico dell'edificio. Esse mostrano un alto grado di indipendenza dal contesto, anche se l'inserimento degli impianti nella costruzione non esula dallo studio approfondito delle condizioni geografiche del sito, sia al fine di impiegare le strategie che meglio soddisfino il *comfort indoor*, sia per dimensionare nel modo corretto gli impianti stessi. Va ricordato, infatti, che in Italia anche la normativa in riferimento al tema del risparmio energetico, ed in particolar modo all'esercizio degli impianti di riscaldamento³⁶¹, fa riferimento alle zone climatiche in cui è diviso il Paese.

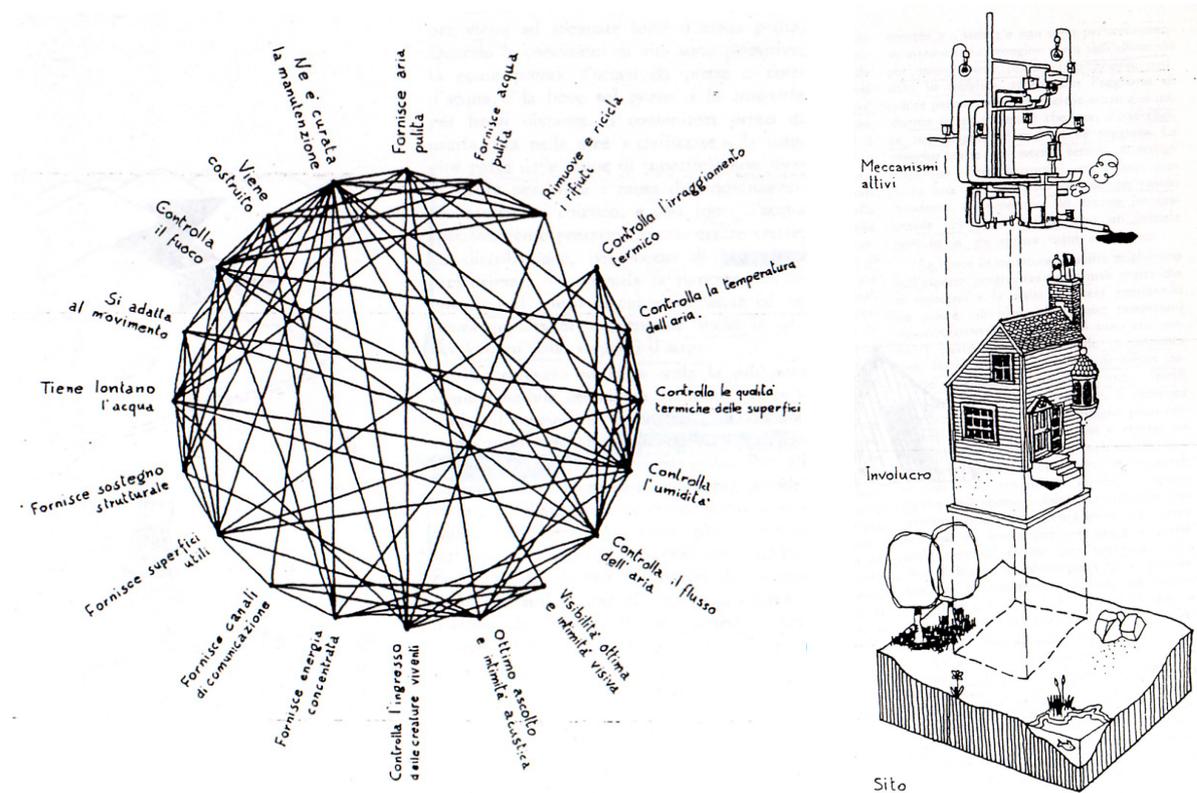


Figura 76. A sinistra: Relazioni funzionali di un organismo edilizio. A destra: Esploso degli impianti presenti in un edificio

4.4 L'inserimento nel contesto delle prefab home. Individuazione di costanti e variabili

³⁶⁰ Allen E., *Come funzionano gli edifici*, Dedalo, Bari, 1983, pagg. 31-32

³⁶¹ L'articolo 8 del D.P.R. n. 412/93 norma il periodo di funzionamento degli impianti di riscaldamento negli edifici per civili abitazioni dei Comuni italiani in base alla zona climatica di appartenenza. L'Italia si divide in sei zone climatiche, dalla A alla F.

Con lo scopo di proporre nuovi scenari progettuali per la realizzazione di case ecologiche prefabbricate sono stati individuati quegli elementi *off-site* definiti mutabili, che potrebbero rappresentare il lessico di un nuovo linguaggio costruttivo.

Elencati in un abaco e descritti nelle diverse possibili configurazioni, essi fornirebbero al progettista, sia esso un architetto o un'azienda, la possibilità di utilizzare non solo elementi della costruzione *off-site* (con tutti i vantaggi che questo comporta in termini costruttivi), ma anche la possibilità di adottare la soluzione che meglio si adatta alle esigenze dettate dal contesto. Ad esempio volendo impiegare una strategia, come in molti edifici analizzati, che massimizzi la captazione dell'energia solare nella stagione invernale, è possibile utilizzare pareti vetrate o infissi in differenti configurazioni (fig. 77).

Anche la struttura portante dell'edificio, seppur realizzata fuori opera, ha un suo grado di variabilità, può, infatti, utilizzare una tipologia costruttiva (struttura a telaio, a pannelli portanti, tridimensionale di tipo cellulare) e dei materiali che rispettano la tradizione costruttiva locale o che rispondano, nel bilancio complessivo delle scelte, a soluzioni ecosostenibili.



Figura 77. Differenti configurazioni di pareti vetrate o infissi utilizzati per massimizzare la captazione solare

In ogni abitazione, dalla scomposizione del Sistema Tecnologico, si evince che gli elementi, componenti o sistemi, appartenenti alle **Classi di Unità Tecnologiche** delle **Chiusure e Partizioni esterne** sono quelli che meglio rispondono al concetto di “variabile progettuale”. Definito il progetto, in base ad un corretto disegno bioclimatico e alle esigenze del committente, l'architetto, oltre a realizzare un edificio dalle alte prestazioni energetiche, potrà, senza limitare la sua creatività, configurare una architettura “originale”, con un proprio carattere distinti-

vo, che seppur utilizza elementi *off-site*, si distingue in ogni edificio, a differenza della logica costruttiva delle case kit o chiavi in mano.

Dalla semplice osservazione dell'attuale panorama architettonico è facile dedurre come, per molte abitazioni unifamiliari, indipendentemente dalla tecnica costruttiva impiegata, tradizionale o industrializzata, la vera sfida di un nuovo linguaggio compositivo sia rivolta, in particolar modo, allo studio della configurazione dell'involucro. In considerazione di tale premessa, si comprende come gli elementi relativi alla copertura e alle facciate rappresentino il cuore dell'abaco suddetto.

Partendo dalle **Unità Tecnologiche** di **Chiusura verticale** le **Pareti perimetrali verticali**, elementi tecnici destinati principalmente a svolgere funzioni di separazione tra gli spazi interni del sistema edilizio e l'esterno, occorre sottolineare che esse molto spesso non assolvono alla sola funzione di separazione ma anche a quella strutturale (struttura a pannelli portanti); in questo caso, vi è una sovrapposizione tra la struttura di elevazione e la chiusura verticale, che finiscono per coincidere.

Quando, invece, la struttura di elevazione e la chiusura verticale rimangono separate, come nella tipologia strutturale a telaio (costituita da elementi lineari quali pilastri-travi o pilastri-piastra), dove le pareti perimetrali verticali assolvono alla sola funzione di tompagnatura esterna, è richiesta nella progettazione degli elementi una maggiore attenzione alle soluzioni tecniche relative alla connessione degli elementi stessi, per problemi relativi ai giunti e alle tolleranze. Per quanto riguarda la questione delle connessioni, bisogna considerare molteplici aspetti, il risultato estetico-formale, e quindi l'influenza che i giunti possono esercitare sull'immagine della facciata, e i problemi relativi alla stabilità della struttura e ai ponti termici; la mancata cura nel coordinamento dimensionale o nel montaggio dei componenti può determinare, infatti, problemi termici, acustici e di umidità. La questione delle tolleranze, in particolar modo nella progettazione di edifici realizzati con elementi prefabbricati, è di fondamentale importanza; infatti è nella fase dalla produzione dei componenti che si deve prevedere la capacità di assorbimento delle dilatazioni ammissibili.

La complessità della produzione in tale settore richiede di rivolgere l'attenzione a numerosi aspetti, da quello estetico formale a quello relativo alle connessioni tra la parete e la struttura.

In relazione all'aspetto formale, si pensi ad esempio al rapporto tra parete opaca ed infissi, bisogna distinguere il caso in cui il vano dell'infisso risulti essere una bucatina compresa nell'elemento opaco, nella fattispecie pannello a tutta facciata, dall'ipotesi di un nastro di infissi che si alterni ad una parete opaca.

Rispetto alle connessioni tra parete e struttura, differenti sono le tipologie: le soluzioni a cortina, in cui la parete è completamente esterna alla struttura (pannello a tutta facciata), le soluzioni integrate, dove gli elementi di facciata sono compresi tra i solai e le strutture verticali, e quindi completamente interni alla struttura, le soluzioni parzialmente integrate, nelle quali gli elementi di facciata risultano solo in parte interni alla struttura.

Le chiusure perimetrali trovano una prima classificazione in relazione alla loro funzione di filtro rispetto all'illuminazione naturale, distinguendosi in "chiusure opache" e "chiusure trasparenti".

L'abaco dovrebbe comunque far riferimento ad elementi tecnici *off-site*, senza suggerire soluzioni "pre-confezionate", lasciando la massima libertà di scelta e di relazione tra gli elementi stessi.

In tale abaco possono trovare collocazione pannelli prefabbricati, anche con funzione portante³⁶², mono strato o pluristrato (comunemente denominati "sandwich"), costruiti prevalentemente in acciaio, legno³⁶³, calcestruzzo, laterizio, vetro³⁶⁴, di altezza, lunghezza e spessori variabili, da completare in opera o già completi di isolamento e anche di rivestimento (all'interno, all'esterno o su entrambi i lati) al momento del montaggio.

L'isolamento termo-acustico merita un'attenzione specifica da parte del progettista, in riferimento al tema dell'efficienza energetica dell'edificio. I materiali di rivestimento, appartenenti o meno al pacchetto parete prefabbricato, sono molteplici, come dimostra l'indagine svolta sugli edifici casi studio³⁶⁵: legno³⁶⁶, materiali ceramici³⁶⁷ o metallici³⁶⁸, materie plastiche.

L'impiego, in modi differenti, di uno stesso materiale, o di materiali diversi, può determinare un ottimo risultato dal punto di vista estetico-formale, che, come nell'edilizia tradizionale, risponda al *genius loci* e sia espressione originale del linguaggio del progettista, evitando facciate monotone e ripetitive.

Una particolare attenzione merita anche la soluzione della facciata ventilata (*fig. 78*), costituita da una doppia parete nella cui intercapedine d'aria si producono moti convettivi dovuti alla

³⁶² Le facciate strutturali *multi layer* di solito sono costituite da tre strati: uno strutturale, uno d'isolamento e uno relativo al rivestimento esterno.

³⁶³ I pannelli di legno possono essere realizzati in differenti modi sia utilizzando legno massiccio, che fibre o particelle di legno. Si ottengono, quindi, diversi pannelli: in compensato, truciolato, in fibre, OSB (*Oriented Strand Board*), in LVL (*Laminated Veneer Lumber*), in CBPB (pannelli di particelle legati con cemento).

³⁶⁴ I sistemi di facciata di vetro monostrato utilizzano: piastre di vetro (vetro float), vetri ornamentali e vetrocemento.

³⁶⁵ Si veda il paragrafo 3.4.1 "Punti di forza": *i principali livelli di innovazione riscontrati*

³⁶⁶ Per uso di finitura sono utilizzati soprattutto legni come il faggio, il pino, l'abete, il noce, il douglas.

³⁶⁷ Lapidei, laterizi, ceramiche, conglomerati.

³⁶⁸ Per uso di finitura sono utilizzati soprattutto alluminio e rame.

presenza di aperture al piede e in sommità dello strato di rivestimento, in grado di attivare un effetto camino per riscaldamento dell'aria interna.



Figura 78. Facciata ventilata prototipo “Magic Box”

La diffusione di questo sistema di facciata è dovuta in primo luogo all'incrementata richiesta di risparmio energetico negli edifici e dalle sue proprietà termo-igrometriche, in secondo luogo dalle possibilità di caratterizzazione architettonica offerte dalla modularità e dai materiali superficiali.

Le chiusure trasparenti sono caratterizzate dal materiale che costituisce la superficie di involucro: la lastra di vetro³⁶⁹. La parete trasparente, comunemente definita “facciata continua” o *curtain wall* (fig. 79), può assumere integralmente il compito di barriera di regolazione degli scambi termo-igrometrici, luminosi e acustici. Essa si presenta come parete non portante di tamponamento che può essere realizzata in tipologie diverse³⁷⁰.

³⁶⁹ Oltre alla lastra di vetro comunemente denominata vetro *float*, vengono utilizzati per la realizzazione di facciate continue anche vetri temperati, vetri stratificati, pannelli di vetro realizzati con vetro camera o a doppia camera, vetro basso emissivi, vetri riflettenti. Esistono numerosi trattamenti superficiali o in pasta delle lastre di vetro che conferiscono caratteristiche fisico-tecniche e di aspetto estremamente differenziate. Va sottolineato che sia rispetto alle facciate trasparenti che agli infissi, in climi diversi, la scelta del tipo di lastra di vetro da utilizzare è fondamentale per ottimizzare il risparmio energetico.

³⁷⁰ Differenti sono le tipologie di *curtain wall*: facciata continua a montanti e traversi, facciata continua a cellule indipendenti, facciata continua a vetro strutturale, facciata continua con fissaggi puntuali (o vetrata sospesa), facciata a doppia pelle.



Figura 79. Curtain wall dell'edificio R 128, prefab home realizzata a Stoccarda dall'architetto Werner Sobek

Anche i moduli fotovoltaici sono, oggi, oggetto di nuove sperimentazioni progettuali che mirano all'integrazione architettonica tra tale tecnologia e la configurazione dell'involucro, utilizzando sia celle solari in silicio mono o policristallino (moduli fotovoltaici wafer), sia celle solari a film sottile (silicio amorfo, diseleniuro di indio e rame, tellururo di cadmio), queste ultime capaci, grazie alla particolare flessibilità, di integrarsi sia alla facciata che alla copertura dell'edificio.

L'abaco delle pareti perimetrali verticali oltre a classificare le due macrocategorie, opache e trasparenti, dovrebbe articolarsi segnalando la suddivisione in pareti monostrato e pluristrato. Di particolare interesse lo studio delle pareti multistrato e delle sperimentazioni relative alle numerose soluzioni possibili in contesti differenti.

La *serra*, altro elemento dell'abaco, tra i sistemi solari passivi più utilizzati, soprattutto nel Nord Europa, può assumere configurazioni diverse (*fig. 80*); infatti può essere addossata o compresa nel volume dell'edificio, da quella con quattro superfici captanti (tetto, facciata, lati) a quella con una superficie captante (facciata). Di solito le pareti trasparenti sono dotate di ante apribili e spesso di sistemi di oscuramento e/o di isolamento termico; anche in questo caso la scelta del vetro ha un'importanza fondamentale.

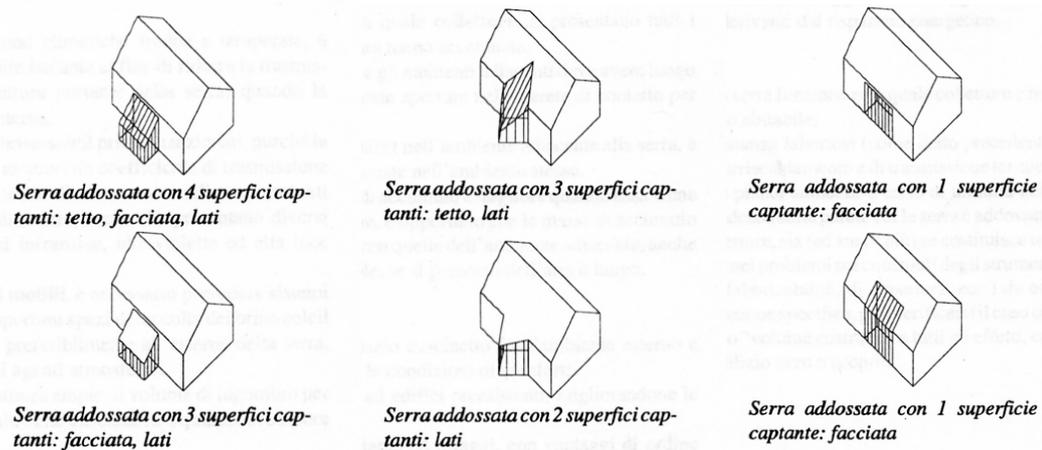


Figura 80. La serra in differenti configurazioni

Nei climi temperati o caldi, occorre prevedere dei sistemi di apertura delle parti vetrate tali da assicurare un'adeguata ventilazione³⁷¹ e dei sistemi di schermatura ad elementi mobili (*brise-soleil*) che impediscono o regolano l'incidenza della radiazione solare sulle superfici vetrate. Nei climi freddi è necessario, invece, prevedere una schermatura mobile isolante, al fine di ridurre la trasmissione termica attraverso i vetri, quando la temperatura esterna è più bassa di quella interna; a tal fine possono essere utilizzati gli stessi *brise-soleil* o altri sistemi di schermatura realizzati con idonei materiali termoisolanti.

Come rilevato nel corso della ricerca, la morfologia della copertura, nella configurazione dell'involucro di una *prefab home*, ha un ruolo fondamentale sia dal punto di vista bioclimatico che da quello formale, tanto da divenire, in alcuni casi, l'elemento caratterizzante dell'edificio stesso. La sezione dell'abaco relativa alle **Unità Tecnologiche** delle **Chiusure superiori** dovrà, quindi, contemplare diverse tipologie di *coperture*, da quelle piane a quelle inclinate, ad una o a due falde, o a padiglione³⁷². Considerando inoltre tutti gli aspetti relativi ai materiali di costruzione e di finitura, all'isolamento e soprattutto all'integrazione architettonica con le tecnologie fotovoltaiche, il solare termico, camini di ventilazione, eventuali canne fumarie o microturbine eoliche, l'elenco dei possibili "pacchetti di copertura", comprensivi di componenti e sistemi, rappresenterebbe, quindi, un contributo utile al progettista.

Va sottolineato che, nella maggior parte dei casi trattati, la struttura della chiusura superiore è realizzata in legno lamellare (prevalentemente in abete) o in acciaio e pannelli SIPs (*Structu-*

³⁷¹ Un'adeguata ventilazione si ottiene grazie all'"effetto camino" e quindi con delle aperture posizionate sia nella zona alta che in quella bassa della serra stessa.

³⁷² Quelle indicate sono le tipologie di copertura riscontrate con maggior frequenza nei casi trattati ciò non toglie che l'abaco delle chiusure superiori possa individuare altre soluzioni morfologiche.

ral Insulated Panel Systems) oppure OSB (*Oriented Strand Board*) il che favorisce la flessibilità morfologica ed estetica.

Una strategia bioclimatica che non può essere esclusa dall'abaco delle soluzioni di copertura è quella del *tetto giardino*, il cui impiego ha chiari vantaggi dal punto di vista della sostenibilità ambientale: protegge efficacemente l'impermeabilizzazione del solaio di copertura, contribuisce a trattenere l'acqua piovana diminuendo l'effetto di impermeabilizzazione del suolo delle città, filtra le impurità atmosferiche, mitiga gli sbalzi termici degli edifici e contribuisce, in estate, a diminuire l'effetto di surriscaldamento urbano con la sua azione di evaporazione prolungata nel tempo. L'auspicio, considerando tali benefici, è che questa soluzione possa trovare maggiore impiego nella realizzazione di case ecologiche prefabbricate, le *prefab home* studiate, che hanno mostrato carenze e poca sperimentazione rispetto a questo tema. Utilizzano, infatti, la copertura come "captatore solare" privilegiando l'impiego di sistemi fotovoltaici e collettori solari. Tali tecnologie sono difficilmente integrabili con il tetto giardino, la cui progettazione, limitata ad una sola parte della superficie di copertura, restringe le sue potenzialità dal punto di vista dell'isolamento termico. Tra i casi studio che propongono l'utilizzo congiunto delle strategie suddette il prototipo "*Rural Zed*", per il quale, nella tipologia con copertura inclinata, è previsto che una falda sia realizzata come tetto verde e l'altra, con orientamento a Sud, venga utilizzata per la disposizione di pannelli fotovoltaici.

Tra le **Unità Tecnologiche** delle **Partizioni esterne** *le schermature*, elementi tecnici che consentono un efficace livello di controllo solare, vengono utilizzate per regolare il rapporto tra l'edificio ed il contesto ambientale in cui è inserito. La progettazione di questi elementi, infatti, sia a livello dimensionale che tipologico, è condizionata dal clima, dall'esigenza, quindi, di guadagnare calore in inverno e proteggersi da esso in estate, dalla forma e dall'orientamento dell'abitazione³⁷³ e dalla presenza o meno di edifici attigui. Tra le schermature solari sono preferibili quelle regolabili³⁷⁴, posizionate all'esterno degli edifici. Realizzate in materiali e forme differenti, si dividono in orizzontali e verticali e in relazione all'esposizione della facciata, sarà preferibile l'utilizzo di un sistema rispetto all'altro. Tra i più comuni sistemi di schermatura emergono i frangisole, di cui alcuni esempi sono presenti anche negli edifici prescelti come casi di studio. Si evince che anche questa sezione si presenta particolarmente ricca di soluzioni tecnologiche e nuove possibilità di configurazione a livello compositivo.

³⁷³ La possibilità di uno schermo di intercettare i raggi solari diretti è legata alla loro incidenza (angolo azimutale e zenitale) su ognuno dei fronti dell'edificio.

³⁷⁴ Il decreto legge 29 dicembre 2006, n.311 all'articolo 35 precisa che i sistemi di schermatura devono essere regolabili cioè al fine di ottenere "una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari"

La disamina dei differenti elementi tecnici, componenti e sistemi, definiti come variabili progettuali, che potrebbero confluire in un abaco, suddiviso in tre sezioni relative alla configurazione dell'involucro, con riferimento alle **Unità Tecnologiche** di **Chiusura verticale** (Pareti perimetrali verticali), **Chiusura superiore** (Coperture) e **Partizione esterna** (Schermature), rende evidente la necessità di descrivere in un ampio repertorio le soluzioni *off-site* che, sotto il profilo sia della produzione prefabbricata che delle strategie e dei materiali eco-sostenibili, potrebbero supportare il progettista nella realizzazione di case ecologiche prefabbricate.

Nel panorama edilizio italiano, dove le sperimentazioni relative alla prefabbricazione ecologica sono appena iniziate al Nord e completamente assenti al Sud, un repertorio di soluzioni *prefab* rappresenterebbe anche un censimento delle tecnologie esistenti in materia e lo stimolo per nuove sperimentazioni, rispetto a componenti e sistemi più appropriati ai nostri contesti. Come è noto, infatti, nella configurazione dell'involucro, sia gli elementi riferiti alle pareti verticali perimetrali che alla copertura rispondono a più funzioni (sicurezza, benessere, efficienza energetica) il che determina, nella proposta di sistemi innovativi, il coinvolgimento dei diversi fattori legati al benessere, all'efficienza energetica, all'aspetto estetico, al controllo dell'uso delle risorse, alla sicurezza, alla gestione e all'integrabilità, nonché ad alcuni requisiti tecnologici quali ad esempio durabilità, riparabilità, riciclabilità, un'attenzione quindi all'intero ciclo di vita del prodotto.

Proposte per la sperimentazione di *prefab home* per il clima mediterraneo:
indirizzi per le ricerche progettuali future

Il tema della *prefab home* appartiene alla tradizione costruttiva dei Paesi del Nord America e del Nord Europa e la sperimentazione rispetto a nuove soluzioni tecnologiche e compositive è radicata da decenni in questi territori. Nei Paesi dell'area del Mediterraneo invece l'impiego di procedimenti costruttivi artigianali e reticenze culturali hanno determinato un minore sviluppo ed una scarsa attenzione rispetto alle soluzioni *off-site*. Il clima caldo e l'esigenza di proteggersi dalle temperature sempre crescenti, soprattutto nella stagione estiva, hanno indotto a preferire edifici caratterizzati da muri di grande spessore che conferiscono alla costruzione elevata massa termica, riducendo gli sbalzi di temperatura interno/esterno.

Questa breve premessa è indispensabile per comprendere come il modello di abitazione prefabbricata importato, dalle Nazioni nordiche, non può svilupparsi, senza consistenti modifiche, alle nostre latitudini, dove il problema del condizionamento estivo, dal punto di vista del risparmio energetico, richiede l'impiego di strategie volte al raffrescamento più che al riscaldamento.

Le sperimentazioni sul tema della *prefab home* per il clima mediterraneo, quindi, potrebbero essere effettuate orientandole verso la ricerca di nuovi sistemi, componenti e tecnologie *off-site* e verso lo studio delle possibili innovazioni in tema di configurazione dell'involucro.

Nel primo caso³⁷⁵, partendo da un censimento della produzione in materia nei Paesi dell'Europa meridionale (es. Italia, Spagna, Francia), potrebbero essere individuati i prodotti immessi sul mercato, e soprattutto dove il mercato mostra delle mancanze o carenze da colmare. Una prima considerazione immediata, valutando gli studi già svolti, riguarda la povertà di un tale repertorio, che potrebbe suggerire numerose ricerche relative, in particolar modo allo studio di pacchetti parete o copertura, capaci di sperimentare in pannelli multistrato alte prestazioni energetiche e l'impiego di materiali locali.

Va sottolineato, come ci ricorda Vittorio Chiaia che il “*timore che ciò conduca inevitabilmente alla monotonia...è ben poco fondato. Tutta l'architettura del passato, da quella del mondo classico, del Medio Evo, del Gotico, del Rinascimento, è basata sull'adozione di elementi architettonici in fondo tipizzati e assai simili tra loro, e tuttavia i grandi maestri hanno creato capolavori nettamente differenziati*”³⁷⁶.

³⁷⁵ Si veda il paragrafo “L'inserimento nel contesto delle *prefab home*. Individuazione di costanti e Variabili”.

³⁷⁶ Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pg. 12

L'architettura mediterranea ha una tradizione secolare nell'utilizzo di strategie bioclimatiche passive (esempi sono leggibili nel dammuso, nel trullo³⁷⁷) e diversi sono gli elementi (fig. 80) che la caratterizzano, come ad esempio: il patio, i porticati, i balconi, le logge, i camini di ventilazione, le schermature, l'utilizzo dell'acqua e della vegetazione come regolatori del microclima. Tali elementi, studiati e riprogettati in chiave moderna potrebbero arricchire l'abaco dei sistemi da impiegare nella realizzazione di una abitazione prefabbricata in climi caldi. La ricerca di un repertorio che integri le forme della tradizione e le innovazioni, determinate dall'uso delle tecnologie contemporanee, appare l'indispensabile mezzo di supporto all'attività progettuale, per creare un nuovo linguaggio compositivo.

Va sottolineato, inoltre, che in interventi a piccola scala, come nel caso di edifici unifamiliari, con maggiore facilità è possibile sperimentare soluzioni eco-sostenibili *off-site* a misura d'uomo e rispettose del contesto ambientale e culturale nel quale si inseriscono.

Un'interessante sfida da cogliere potrebbe essere la realizzazione di prototipi di *prefab homes* per il clima mediterraneo con i caratteri dell'architettura tradizionale, alte prestazioni dal punto di vista del risparmio energetico, che utilizzino risorse ecologiche del contesto ambientale e soprattutto si confrontino con siti dai caratteri paesaggistici di particolare pregio, come quelli costieri. Una residenza di questo tipo avrebbe il vantaggio, partendo da una realtà complessa, di suggerire una o più soluzioni rispetto alla configurazione dell'involucro e "variabili progettuali" da reimpiegare in altri contesti.



Figura 81. Nelle immagini alcuni elementi caratterizzanti l'architettura mediterranea.

Con riferimento alla sola situazione italiana, ed in particolar modo alle Regioni del Centro-Sud, dove non operano molte Aziende di settore, e pochi sono i progettisti che si interessano al tema della *prefab home*, va detto che le tecniche costruttive industrializzate possono rap-

³⁷⁷ "Non è certo monotono il paesaggio della valle del'Idria, disseminato di trulli pressappoco identici tra loro, ma perfettamente inseriti nella natura, dalla felice disposizione reciproca. Bellissimi sono molti villaggi lucani dalle <casedde> identiche" in Chiaia V, *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962, pg. 12

presentare l'ambito dove, sia il pubblico che il privato, può investire in nuove ricerche che puntino ad un'edilizia di qualità, realmente rispondente ai principi della sostenibilità ambientale e che, grazie alle tecniche costruttive *off-site*, sia capace di programmare ogni fase del *life cycle* dell'edificio, "cradle to cradle" (dalla culla alla culla).

Oltre a considerare gli aspetti positivi dal punto di vista ecologico, la prefabbricazione mostra innegabili vantaggi economici per il mondo imprenditoriale; finanziamenti in questo campo determinerebbero rinnovati stimoli per il settore delle costruzioni, da sempre traino dell'economia nazionale: nuove aziende, nuovi posti di lavoro.

Considerando la vastità del mercato, va sottolineato che le future ricerche non dovrebbero limitarsi alle sole residenze unifamiliari, dal momento che le innumerevoli potenzialità della costruzione a secco vanno, infatti, rivolte anche agli edifici pluriplano.

La recente tragedia che ha colpito l'Aquila e la sua provincia devastandola ha riaperto il dibattito sull'impiego di sistemi *off-site* nel nostro Paese; in considerazione dell'esigenza di tempi brevi per la ricostruzione, la realizzazione di case prefabbricate è apparsa la soluzione più veloce ed efficace come prima risposta ai danni causati dal terremoto. Seppur tali abitazioni presentano caratteristiche di *comfort* migliori, rispetto ai *container* di prima assistenza utilizzati nel post-terremoto dell'Ottanta, l'auspicio è che la *prefab home* in Italia divenga una valida alternativa ai procedimenti costruttivi artigianali e non solo un "placebo" in situazioni di emergenza.

Nuove prospettive, rispetto alla sperimentazione in questo settore, potrebbero derivare dal Piano Casa³⁷⁸ per l'edilizia residenziale pubblica, previsto dall'art.11 del decreto legge n.112 convertito nella legge 133/2008 oggetto dell'Accordo con le Regioni siglato lo scorso 13 marzo 2009. Il Piano stabilisce che siano realizzati, in cinque anni, centomila alloggi destinati alle classi sociali a basso reddito (famiglie, giovani coppie, anziani, studenti fuori sede, immigrati) con una spesa di investimento iniziale pari a duecento milioni di euro³⁷⁹ di fondi pubblici e privati da utilizzare con procedure snelle, incentivi e agevolazioni fiscali. L'intesa prevede inoltre, al fine di migliorare anche la qualità architettonica e/o energetica degli edifici residenziali (circa l'85% delle famiglie italiane vive in case di proprietà), l'aumento delle volumetrie esistenti con le seguenti modalità:

³⁷⁸ Per ulteriori informazioni si veda http://www.governo.it/GovernoInforma/Dossier/casa_piano/

³⁷⁹ Lo stanziamento del Governo per attuare il piano di edilizia residenziale pubblica ammonta nel complesso a 550 milioni di euro, inoltre, secondo le stime se solo il 10% degli italiani decidesse di intervenire sulle loro abitazioni gli investimenti sarebbero dell'ordine di 60/70 miliardi.

- per gli edifici residenziali uni-bifamiliari o comunque di cubatura non superiore a 1000 metri possibilità di ampliamento entro il limite del venti per cento della volumetria esistente;
- nelle demolizioni e ricostruzioni la possibilità di ampliamento per gli edifici a destinazione residenziale del trentacinque per cento della volumetria esistente, al fine di migliorarne qualità architettonica ed efficienza energetica, nonché di utilizzare fonti di energie rinnovabili.

Il Piano straordinario per l'edilizia residenziale stabilisce una forte collaborazione finanziaria e normativa da parte delle Regioni. Esse, infatti, si erano impegnate ad approvare entro 90 giorni (dall'accordo sottoscritto il 31 marzo 2009) proprie leggi in materia urbanistica contenenti eventuali aumenti di volumetria e la possibilità di demolizioni e ricostruzioni di edifici esistenti.

Ad oggi³⁸⁰ sono solo dodici le Regioni³⁸¹ che hanno approvato leggi proprie in attuazione dell'accordo con il governo, tra cui non figura la Campania, dove il Piano casa è ancora sotto esame. La questione abitativa nella nostra Regione è un tema particolarmente complesso, si dal momento che la sola domanda di alloggi si aggira attorno alle cinquecento unità.

Gli interventi previsti, al fine di dare risposta a questa urgenza, non riguarderebbero solo l'edilizia privata, ma anche la ristrutturazione di edifici IACP³⁸² in aree degradate e la costruzione di nuovi alloggi in stabili industriali dismessi³⁸³.

La legislazione, gli incentivi e finanziamenti statali, come dimostrano anche le esperienze inglesi del *Code for sustainable home* e del *BRE Innovation Park*, rappresentano il giusto modo per guidare le politiche costruttive. Il Piano casa potrebbe quindi rappresentare l'occasione per sperimentare l'impiego di sistemi costruttivi industrializzati con il conseguente vantaggio di costi e tempi certi, nonché di prestazioni tecnologiche garantite dal punto di vista della so-

³⁸⁰ Con riferimento alla pagina web del Governo Italiano, Presidenza del Consiglio dei Ministri, aggiornata al 21 ottobre 2009 http://www.governo.it/GovernoInforma/Dossier/casa_piano/

³⁸¹ Piemonte, Lombardia, Veneto, Toscana, Emilia Romagna, Umbria, Puglia, Lazio, Valle d'Aosta, Basilicata, Abruzzo, Marche e la Provincia Autonoma di Bolzano.

³⁸² I vecchi edifici IACP situati in aree degradate potranno essere interamente abbattuti e ricostruiti con pari volumetria secondo moderni criteri. Inoltre, alle imprese verrà concessa la possibilità di un incremento volumetrico fino al 50% per realizzare nuovi alloggi residenziali da immettere sul mercato. Dal documento Piano casa slide in http://www.regione.campania.it/portal/media-type/html/user/anon/page/HOME_DettaglioRegioneInforma.psm?itemId=3505&ibName=NotiziaHomePage&theVectString=5

³⁸³ Sono ammessi interventi edilizi in aree urbane degradate, ad esempio aree industriali dimesse, con cambiamenti di destinazione d'uso, senza aumenti delle volumetrie, per trasformarli in edilizia abitativa, in questo caso il concessionario deve destinare almeno il 20% del valore creato *all'housing sociale*. Dal documento Piano casa slide in http://www.regione.campania.it/portal/media-type/html/user/anon/page/HOME_DettaglioRegioneInforma.psm?itemId=3505&ibName=NotiziaHomePage&theVectString=5

stenibilità ambientale, traguardi questi che uniti, alla qualità del manufatto, determinerebbero un grosso passo avanti rispetto all'attuale panorama edilizio italiano, dove la dilatazione dei tempi, causata da varianti in corso d'opera e rallentamenti nella costruzione, determina lo spreco di ingenti risorse sia economiche che ambientali.

Appare indispensabile attivare un'intensa collaborazione tra le aziende produttrici e il mondo della ricerca per la messa in produzione di componenti e sistemi edilizi che garantiscano eco-compatibilità e risparmio energetico. In particolar modo gli studi potrebbero affrontare il problema della progettazione delle unità spaziali, definite "costanti progettuali" o elementi "fissi", come i *pod*, cellule bagno o cucina, e pareti attrezzate, con riferimento all'utilizzo sia di materiali ecologici e riciclabili sia di tecnologie ecosostenibili, come sistemi per il riciclaggio dei rifiuti, per il recupero e riutilizzo delle acque di scarico, per il riscaldamento invernale o raffrescamento estivo.

Per affrontare tali sperimentazioni, non va trascurata l'esigenza di verificare le reali potenzialità e il *know how* delle aziende produttrici, soprattutto nel nostro Paese, al fine di comprendere la effettiva fattibilità nella prototipizzazione di elementi progettuali frutto di studi più avanzati sul tema.

BIBLIOGRAFIA

La *prefab home*: ricerca e sperimentazione dalle radici ad oggi

- AA. VV., *Dieci studi preliminari all'industrializzazione edilizia*, a cura dell'Aire, Milano, 1965
- AA. VV., *Arquitectura alternativa*, H Kliczkowski, Rivas-Vaciamadrid, 2002
- AA. VV., *Casas pequenas*, Evergreen-Taschen GmbH, Köln, 2006
- AA. VV., *Components and systems. Modular construction, Design, Structure, New technologies*, Edition Detail, Monaco, 2008
- AA. VV., *Casas prefabricadas*, Evergreen-Taschen GmbH, Köln, 2009
- Amato M., *L'eccellenza della normalità*, in <Costruire>, luglio/agosto 2007, pp.102-105
- Antonini E., *British style* in <Costruire>, maggio 2007, pp. 112-116
- Antonini E., *La variante inglese* in <Costruire>, giugno 2007, pp. 114-118
- Anderson M., Anderson P., *Prefab Prototypes: Site-Specific Design for Offsite Construction*, Princeton Architectural Press, 2006
- Andreucci A., Del Nord R., Felli P., Zambelli E. (a cura di), *Verso l'industrializzazione aperta*, ITEC, Milano, 1979
- Bacigalupi V., Benedetti C., Impegni G., *Edilizia e Progetti per Componenti*, Officina Edizioni, Roma, 1978
- Bacigalupi V., Benedetti C., *Legno architettura. Il futuro della tradizione*, Kappa, Roma, 1991
- Benevolo L., *Storia dell'Architettura moderna*, Editori Laterza, Bari, 1960
- Buchanan P., *Renzo Piano Building Work-shop*, Volume 1, Struttgart 1994
- Burnham K., *The prefabrication of houses*, The Massachusetts Institute of Technology, 1951
- Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire. Il linguaggio delle tecniche esecutive nell'architettura della seconda età della macchina*, Angeli, Milano, 1988
- Capasso A., *Costruire per abitare*, Aracne, Roma, 2006
- Capozzi F., *Casa dolce casa...di legno*, in <Casa Energia>, marzo/aprile 2007
- Caruso A., *Frammenti di città. Il territorio delle case unifamiliari* in <Costruire in Laterizio>, Novembre/Dicembre 2008 - n. 126, pg.2
- Ciribini G. et al., *Industrializzazione dell'edilizia*, Dedalo Libri, Bari, 1965
- Ciribini G., *Tecnologie della costruzione*, La nuova Italia Scientifica, Roma, 1992
- Chiaia V., *Prefabbricazione: case unifamiliari prefabbricate di tutto il mondo*, Leonardo da Vinci, Bari, 1962

- Claudio Claudi De Saint Mihiel, *Innovazione tecnologica e architettura, Logiche e metodologie dell'atelier Dubosc & Landowski*, Edizioni Del Grifo, Lecce, 1999
- Davies C., *The Prefabricated Home*, Reaktion Books, 2005
- De Garrido L., *R4 HOUSE. La referencia en arquitectura sostenible*, Ediciones ANAVIF, Valencia, 2007
- De Garrido L., *Analisis de proyectos de arquitectura sostenible*, Mc Graw Hill, Aravaca (Madrid), 2008
- Del Nord R., Felli P., Torricelli M.C., *Materiali e tecnologie dell'architettura*, Edizioni Laterza, Bari, 2005
- del Valle C., *Compact house*, Universe Publishing, New York, 2005
- Di Battista V., Giallocosta G., Minati G. (a cura di), *Architettura e approccio sistemico*, Polimetrica Publisher, Italy, 2006
- Giedion S., *Walter Gropius*, Edizioni di Comunità, Milano, 1954
- Gropius W., *Scope of Total Architecture*, Harper & Brothers, New York, 1955, tr. it. di Renato Herbert G., *The Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann*, MIT Press, Cambridge mass., 1984
- Gossel P., Leuthauser G., *Architettura del XX secolo*, Taschen, Koln, 2005, I volume
- Herbers J., *PrefabModern*, Harper Design International, 2004
- Koncz T., *La prefabbricazione residenziale e industriale*, Edizioni Tecniche Bauverlang, Milano, 1966 (II edizione)
- Lucchi E., *Nuova prefabbricazione*, in <Modulo>, n. 335 – ottobre 2007, pp. 1042-1048
- Le Corbusier, *Mass-production Houses*, da *Towards a New Architecture*, 1923
- Losasso M., *Architettura tecnologia e complessità*, CLEAN, Napoli, 1991
- Losasso M., *La casa che cambia*, CLEAN, Napoli, 1997
- Maggi P. N., Turchini G., Zambelli E., *Il processo edilizio industrializzato*, Angeli, Milano, 1971
- Marson E., *Design e sostenibilità chiavi in mano*, in <Ottagono>, luglio/agosto 2008
- Nardi G., *Progettazione architettonica per sistemi e componenti*, Angeli, Milano, 1976
- Nardi G., *Le nuove radici antiche*, Franco Angeli, Milano, 1986
- Nardi G. (a cura di), *Aspettando il progetto*, Angeli, Milano, 1997
- Nardi G., *Tecnologia dell'architettura e industrializzazione edilizia*, FrancoAngeli, Milano, 1980
- Nardi G., *Tecnologie dell'architettura. Teoria e storia*, Libreria CLUP, Milano, 2001

- Naboni E., *Adattabili al contesto. Case prefabbricate MKD*, in <Casa Naturale>, ottobre 2007, pp. 88-90
- Neutra R., *Survival through Design*, Oxford University Press, New York, 1954, tr.it. *Progettare per sopravvivere*, Edizioni di Comunità, Milano, 1956
- Olivieri G. M., *Prefabbricazione o metaprogetto edilizio*, Etas Kompass, Milano, 1968
- Pedio, *Architettura integrata*, Mondadori, Milano, 1959
- Peters N., *Prouvé*, Taschen, Koln, 2007
- Russo Ermolli S., *I magnifici sette*, in <Costruire>, settembre 2007, pp. 126-130
- Sinopoli N., Tatano V., *Sulle tracce dell'innovazione: tra tecnica e architettura*, FrancoAngeli, Milano, 2002
- Solari A., *Spazi sostenibili da prototipo a realtà* in <Casa naturale>, marzo/aprile 2007 pp. 10-14
- Solari A., *Legno oltre i baschi* in <Casa naturale>, marzo/aprile 2007 pp. 48-54
- Spirandelli B., *Studio Windnas* in <Casa naturale>, luglio/agosto 2007, pp. 61-65
- Spirandelli B., *Un progetto da imitare* in <Casa naturale>, marzo/aprile 2007 pp. 55-60
- Spadolini P., *Componibilità come composizione*, Libreria Editrice Fiorentina, Firenze, 1966
- Spadolini P., *Cviltà industriale e nuove relazioni*, Libreria editrice fiorentina, Firenze, 1969
- Trulove J.G., Cha R., *PreFab Now*, Collins Design, New York, 2007
- Tzonis A., *Le Corbusier La poetica della macchina e della metafora*, Rizzoli, Milano, 2001
- Vitale A. et Al., *Argomenti per il costruire contemporaneo*, Franco Angeli, Milano, 1995
- Wachsmann K., *Wendepunkt im Bauen*, Krausskopf, Wiesbade, 1959, tr. it. di Paola Rotti, *Una svolta nelle costruzioni*, Il Saggiatore, Milano, 1960
- Zambelli E., (a cura di), *Il sistema edilizio aperto*, Franco Angeli, Milano, 1982

Riviste

- Arquitectura Viva, n.122/2009
- Casabella, n. 706-707/dic 2002 - gen 2003
- Casa Energia, n. 3 - maggio/giugno 2008
- BuildHOME, Victorian Edition, n.33/ 2006
- Der Bauherr, n. 2 - märz/april 2008
- Einfamilien Häuser, Sonderheft 1/2008
- E. De Dominicis, *Costruzioni 'pret-à-habiter'*, in <Ottagono>, luglio/agosto 2007
- Family HOME, n. 3-4/2008
- FertigHAUS, n. 1/2008
- Infodomus.Costrucción Sostenible y Eficiencia Energética, n. 25 - enero 2009

Mein Holzhaus, n. 1/2008

ON diseño, n. 290/2008

Ville e case prefabbricate, n. 13, Di Baio Editore

Ville e case prefabbricate, n. 18, Di Baio Editore

Ville e case prefabbricate, n. 20, Di Baio Editore

Link

<http://www.triennale.it/index.php?id=1&tbl=0&idq=671>

http://www.triennale.it/triennale/sito_html/munacasapertutti/home.html

<http://re4a.com>

<http://kierantimberlake.com>

www.fabprefab.com

www.momahomedelivery.org

www.andersonanderson.com

www.mkd-arc.com

www.rociromero.com

www.marmolradzinerprefab.com

www.marmol-radziner.com

www.marmolradzinerfurniture.com

www.designmobile.com

www.studio804.com

www.f-a-r.net

www.parliament.uk/post

www.offsitesolutions.biz

www.offsite2007.com

www.levilleplus.it

www.griffnerhaus.com

www.wolfhaus.it

www.haus.rubner.com

www.ikea.it

www.holzer.it

www.bonellispa.com

www.xilema.ch

www.variohaus.com

Strategie per la sostenibilità ambientale dell'edilizia residenziale

- Baldini U., Lupatelli G., *Questione abitativa e politiche per la casa*, Edizioni Diabasis, Reggio Emilia, 2008
- Benedetti C., *Manuale di architettura bioclimatica*, Maggioli, Rimini 1994
- Bottero B. (a cura di), *Progettare e costruire nella complessità. Lezioni di Bioarchitettura*, Liguori, Napoli, 1994
- Campioli A., *I presagi di un nuovo costruire*, Franco Angeli, Milano, 1988
- Cangelli E., Paoletta A., *Il progetto ambientale degli edifici*, Alinea, Firenze, 2001
- Ciribini G., *Tecnologia e Progetto*, Celid, Torino, 1980
- Crisci G., *La certificazione energetica degli edifici*, Atti del seminario *La certificazione energetica degli edifici. Strumenti e metodi*. Napoli, dicembre 2006, Luciano, Napoli, 2007
- Code for sustainable homes*
- de Botton A., *Architetture e felicità*, Guanda, Parma, 2006
- Disch R., *Pequeñas Casas Ecológicas*, Taschen, Köln, 2007
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *La gestione della qualità nel processo edilizio*, Maggioli editore, Milano, 2001
- Filippi M., Rizzo G., *Certificazione energetica e verifica ambientale degli edifici. Valutazione delle prestazioni energetiche e della sostenibilità delle scelte progettuali*, Dario Flaccovio Editore s.r.l., 2007
- Fitch J.M., *La progettazione ambientale*, Franco Muzzio, Padova, 1980
- Francesco D., *Architettura bioclimatica: risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Utet, Milano, 1996
- Gangemi V. (a cura di), *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli, Milano, 1985
- Gauzin-Muller D, *Architettura sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano, 2003
- Gauzin-Muller D, *Case ecologiche: i principi, le tendenze, gli esempi: 25 proposte nel mondo*, Edizioni Ambiente, Milano, 2006
- Heidegger M., *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, 1976
- Herzog T., *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Munich/New York, 1996
- Grosso M., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Maggioli, Rimini, 1997
- Lenssen N., Roodman D.M., *Costruire edificie migliori*, in Brown L. et al., *State of the World 1995*, Torino, 1995
- Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana*, Regione Toscana
- Lloyd J., *Atlante di Bioarchitettura*, Utet, Torino, 1998

Magnani M. (a cura di), *Bioarchitettura tra norma e progetto*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2005

Norberg-Schulz C., *Genius Loci*, Electa, Milano, 1979

Manzini E., *Artefatti: verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, DA Domus Academy, Milano, 1990

Olgyay V., *Progettare con il clima*, Franco Muzzio, Padova, 1981

Omodeo-Salè S., *Verdeaureo dell'Architettura*, Maggioli, Rimini, 1997

Paoletta A. (a cura di), *L'edificio ecologico*, Gangemi Editore, Roma, 2001

Sala M. (a cura di), *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, Alinea Editrice, Firenze 1994

Signorello D., *Architettura Bio* in <VilleGiardini>, marzo 2007

Wienke U., *Dizionario dell'edilizia bioecologica*, Tipografia del Genio Civile, Roma, 2002

Wines J., *Green Architecture*, Taschen, Koln, 2000

Link

www.communities.gov.uk

www.minergie.ch

http://ec.europa.eu/environment/etap/inaction/showcase_it.html

<http://www.she.coop/index.asp>

<http://ec.europa.eu/enterprise/leadmarket/leadmarket.htm>

http://ec.europa.eu/enterprise/leadmarket/sustainable_construction.htm

Prefab home: casi studio

De Garrido L., *R4 HOUSE. La referencia en arquitectura sostenible*, Ediciones ANAVIF, Valencia, 2007

Berta L., Bovati M., *Progettare con il legno. Prestazioni, Materiali, Tecniche costruttive, Progetti e realizzazioni*, Maggioli, Rimini, 2007

Russo Ermolli S., *I magnifici sette*, in <Costruire>, settembre 2007, pp. 126-130

Link

www.kingspanoffsite.com

www.sheppardrobson.com

www.osborne.co.uk

www.hanson.biz.uk

www.stewartmilne.com

www.eco-techgroup.com

www.ruralzed.com

www.zedfactory.com

http://www.zedhomes.com/html/about/options/ruralzed/

www.solardecathlon.upm.es/

http://www.lucalancini.com/

www.fujy.info

http://www.smarthousemabo.com

http://www.matteothun.com/content/heidis.htm

http://www.rubner.com/uploads/media/Solo24Ore.pdf

http://www.haus.rubner.com/it/progetti-realizzati/impressioni/dettaglio/?home=4

http://www.griffner.com/it

www.studio804.com

http://www.jenesysbuildings.ca/products-ecube.html

http://www.roger-bullivant.co.uk/products/systemfirst.html