

# Emergenza: quale innovazione nei componenti prefabbricati per una edilizia ecosolidale

RICERCA E  
SPERIMENTAZIONE/  
RESEARCH AND  
EXPERIMENTATION

Adriana Scarlet Sferra,

Dipartimento di Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, Italia

adriana.sferra@uniroma1.it

**Abstract.** *L'architettura torna ad incontrare i reali bisogni* significa impegno sociale, soluzioni all'emergenza abitativa dovuta a fenomeni di inurbamento e migrazione, sostenibilità ambientale; peraltro con risorse modeste che invitano a riflettere sul contesto al cui interno un progetto può tradursi in realtà. Contesto che vede il comparto edilizio uscire dalla crisi economica, avviarsi alla industria 4.0, utilizzando nuovi strumenti e tecniche: digitalizzazione dei processi, prefabbricazione, nuovo Codice degli appalti. Si espongono qui in sintesi le risultanze tecniche e le innovazioni sia di processo che di prodotto conseguite attraverso una ricerca "conto terzi" fra il Dipartimento PDTA della Sapienza di Roma ed una impresa modello *family business* che opera anche in aree colpite dal sisma.

**Parole chiave:** emergenza, sostenibilità ambientale, industria 4.0., family business, componenti prefabbricati in EPS armato.

## Gli assunti di partenza: in quale contesto oggi operare

risposta, quali i cambiamenti affinché si soddisfino le articolate esigenze che la società oggi esprime.

Nello specifico quali innovazioni di processo e di prodotto può perseguire una impresa modello *family business* collaborando, attraverso la formula "conto terzi", con un Dipartimento universitario.

*Quali le connotazioni di una nuova domanda di servizi: il cambio di paradigma sottolineato dalla call e del tutto condiviso, l'architettura torna ad incontrare i reali bisogni delle persone* significa, tra l'altro, impegno sociale, soluzioni a problemi di emergenza ambientale e di emergenza abitativa generata da nuove forme di disagio ed accentuata da fenomeni di inurbamento e migrazione che, insieme, determinano ulteriori marginalità nelle periferie urbane e nelle aree interne; lo stesso cambio di paradigma sotto-

Quali le connotazioni di una nuova domanda di servizi, in quale contesto normativo e produttivo collocare una possibile

risposta, quali i cambiamenti affinché si soddisfino le articolate esigenze che la società oggi esprime.

Nello specifico quali innovazioni di processo e di prodotto può perseguire una impresa modello *family business* collaborando, attraverso la formula "conto terzi", con un Dipartimento universitario.

*Quali le connotazioni di una nuova domanda di servizi: il cambio di paradigma sottolineato dalla call e del tutto condiviso, l'architettura torna ad incontrare i reali bisogni delle persone* significa, tra l'altro, impegno sociale, soluzioni a problemi di emergenza ambientale e di emergenza abitativa generata da nuove forme di disagio ed accentuata da fenomeni di inurbamento e migrazione che, insieme, determinano ulteriori marginalità nelle periferie urbane e nelle aree interne; lo stesso cambio di paradigma sotto-

*linea in presenza di risorse modeste* invitando quindi a riflettere sul contesto tecnico-economico al cui interno un progetto può tradursi in realtà.

Progetto che, nel collocarsi in un contesto, deve rispettare la cultura materiale ed immateriale delle comunità e del territorio nelle sue connotazioni morfologiche, sociali, economiche e produttive. Un contesto pertanto articolato che connota anche il comparto edilizio (soprattutto le PMI e le *family business*) che, nello uscire dalla crisi economica ed avviarsi verso industria 4.0, è direttamente chiamato in causa.

Purtroppo la nuova domanda scaturisce da emergenze, *quelle che si sarebbero potute programmare: invecchiamento della popolazione, diminuzione di questa dovuta al calo delle nascite; crisi economica che ha tagliato il welfare, progressivo degrado ambientale; quelle in parte programmabili: accoglienza dei migranti?; quelle non prevedibili: eventi sismici e/o disastri ambientali.*

Emergenze che in quanto tali, o meglio non risolte, mettono a nudo anche sprechi ed inefficienze.

Ma l'emergenza, di converso, stimola anche un impegno sociale che si traduce in forme di partecipazione attiva, di piattaforme collaborative, di co-progettazione secondo il modello *open source*.

A tale proposito verrebbe da chiedersi: quale è oggi anche il ruolo di un progettista *attento al bene comune*?

Forse basterebbe citare alcuni passaggi dalla *lectio magistralis* con la quale Pierluigi Spadolini ha concluso nel 1992 la sua carriera accademica: «... *chi fa progetti...deve fare i conti con la realtà. ... ho sentito sempre il peso della responsabilità verso gli altri, tanto da usare la tecnologia come mezzo che mi consentisse il controllo globale dell'oggetto*».

Emergency: innovative prefabricated construction components for an eco-solidarity architecture

**Abstract.** Architecture going back to meeting real needs entails social commitment, responding to the housing emergency caused by phenomena such as increasing urbanization and migration, environmental issues; furthermore through use of modest resources which induce to reflexions on the context within which a project may translate itself into reality. A context which has seen the building sector come out of the economic crisis, starting with industry 4.0, using new tools and techniques: digitization processes, prefabrication, as well as a new Procurement Code. A brief summary of the technical results and innovations of process and product achieved through a research between the PDTA Department of the Sapienza of Rome and a family business type enterprise operating also in the earthquake struck areas.

**Keywords:** emergency, environmental sustainability, industry 4.0, family business, prefabricated components in reinforced EPS.

## The premises to start: which context to operate in today

What are the implications of the new services demand, in which legislative and productive context should they be placed, to look for a possible answer, which changes are needed to meet the complex needs expressed by society today.

More specifically which process and product innovations can a family business company pursue while collaborating through a "third parties" formula with a University Department.

*What are the implications of the new services demand: the paradigm shift determined by the call and fully agreed, architecture going back to meeting people's real needs* meaning, among else, social commitment, solutions to problems of environmental urgency and housing emergency caused by new forms of discomfort and accentuated

by recent phenomena of urbanization growth and migration which together, determine further emargination in the peri-urban and inland areas; the same change of paradigm emerges in the *presence of modest resources* calling for a reflection on the technical-economic context in which a project may actually become reality.

A project which placing itself into a specific context, must take into account the material and immaterial cultural connotations of its community as well as the morphological, social, economical and productive connotations of its territory. An articulated context aware of the construction sector (especially SMEs and family businesses) which, although coming out of the economic crisis and moving ahead towards industry 4.0, is directly involved in the cause.

Unfortunately, there is a new question that arises by looking at the present

Ora, quale il contesto economico e normativo nel quale il comparto edilizio si trova oggi ad operare per soddisfare la nuova domanda di edilizia ecosolidale: industria 4.0, la digitalizzazione dei processi ed il nuovo Codice degli appalti.

Un comparto che sta cambiando anche denominazione *da settore delle costruzioni a settore dell'ambiente costruito* (forse per sottolineare una maggiore attenzione alla tematica della sostenibilità) con necessarie innovazioni che non possono non privilegiare: le PMI che costituiscono a scala nazionale il tessuto connettivo del territorio, che si confermano il centro produttivo del Paese, con una forte propensione all'innovazione e con la capacità di connettere le diverse componenti delle filiere tra di loro e con il mondo della ricerca<sup>3</sup>; al loro interno le *family business*<sup>4</sup>; (una delle quali ha promosso la collaborazione con un Dipartimento universitario che in seguito si illustrerà) che sono la manifattura di prossimità, orientata al mercato domestico trainante la terziarizzazione nelle smart city e nelle smart land dei distretti territoriali.

Family business che verso industria 4.0 (forse *Produzione 4.0* rende meglio l'idea di una transizione che si estende anche al terziario e all'agricoltura) puntano alla «off-site», (in cantiere resta solo il montaggio), al digitale ed all'artigianato evoluto<sup>5</sup>.

*La digitalizzazione*: uno degli interrogativi riguarda le modalità con cui sarà in grado di influenzare la progettazione, la continuità dei processi informativi dalla formulazione dei requisiti da parte del committente sino al completamento del progetto esecutivo; inoltre il carattere di immediatezza garantita dalla sua tempestività, dal real time.

*Gli strumenti normativi*: il nuovo Codice degli appalti (d.lgs n. 50/2016) ha fissato nuove modalità procedurali e, sia pure con

emergencies we are called to face most urgently today, *the predictable ones*: aging of the population, reduction of the population due to the decline in births<sup>1</sup>; Economic crisis that has cut welfare, progressive environmental degradation; *the partially predictable ones*: reception of migrants<sup>2</sup>; and the *unforeseeable ones*: seismic events and / or environmental disasters.

Emergencies, as such, or rather unresolved situations, which also point out to waste in the broader sense and inefficiencies.

But a state of emergency, conversely, also stimulates social commitment that translates into forms of active participation, collaborative platforms, co-design in terms of *open source* models.

The above stated seems inevitably to lead to the following question: what is the role today of a mindful architect/urban planner who "operates" for the

*sake of common good or collective interests?*

A citation from Pierluigi Spadolini's final *lectio magistralis* of 1992 upon concluding his academic career seems quite appropriate here: «... those who plan projects must also be able to face reality... I have always felt the burden of my responsibility toward others, so much as to use technology as a means to allow for global control over any object ».

However we must ask ourselves what is the economic and regulatory framework of the building sector today with regard to responding to the new demand for eco-sustainable or an environment friendly construction: industry 4.0, digitization of processes and the new Procurement Code.

A sector which is also changing its denomination: *from construction sector to the built environment sector* (thus clearly highlighting the aspect of sustain-

ability) with the necessary innovations that can not bypass: the SMEs which shape the territory's connective fabric at national scale, and represent the productive core of the Country, with a strong drive to innovate and capacity of linking up the different elements of the chain including also the scientific research world<sup>3</sup>; within them the *family businesses*<sup>4</sup>; (one of which promoted a collaboration with a University Department which will be discussed further on) that is the local manufacturing businesses, domestically market-driven and outsourcing in the territorial districts' *smart cities* and *smart lands*.

Family businesses which moving toward industry 4.0 (perhaps *Production 4.0* can better represent the concept transition that extends to the tertiary and agricultural sectors) aim to the «off-site» approach, (monitoring is the only aspect dealt with inside the con-

struction site), to digitalization and advanced craftsmanship<sup>5</sup>.

*Digitalization*: one of the questionable issues regard whether it will be capable of influencing design, the continuity of information processes starting from the formulation of the requirements by the buyer up to the completion of the executive project, and the immediacy granted by its timeliness, in real time.

*Regulatory instruments*: the new Procurement Code (Lgs. Decree n. 50/2016) has set new procedural modalities, and although still not entirely clear<sup>6</sup>, has also sought to further empower the Contracting firm/Contractor by focusing on the "preliminary project" now defined as the "technical and economic feasibility project".

Finally, for the purposes of environmental sustainability among other aspects of this contribution, Art. 68 *pertaining to life cycle costs* of the 2014

luci ed ombre e con continui stop and go<sup>6</sup>, ha cercato anche di responsabilizzare ulteriormente la committenza approfondendo il "progetto preliminare" ora "progetto di fattibilità tecnica ed economica".

Occorre infine segnalare, ai fini della sostenibilità ambientale oggetto fra gli altri di questo contributo, l'art. 68 *costi del ciclo di vita* della direttiva 24 del 2014 che introduce appunto, il ciclo di vita; tali costi comprendono il consumo di energia e altre risorse naturali, quelli relativi al fine vita, i costi dell'inquinamento: le cosiddette *esternalità ambientali*.

*Le tecniche*: la cultura industriale ha sinora solo lambito il settore edilizio, essendo stata del tutto erroneamente identificata con la sola prefabbricazione, anziché con soluzioni organizzative assai più sofisticate oltre che con innovazioni tecnologiche più significative.

Anche se esiste una prefabbricazione in un comparto che non sia industrializzato, e di converso esiste una industrializzazione che non utilizza nessun componente prefabbricato, oggi numerosi centri studi qualificati prevedono un rilancio massiccio della "off site".

*Gli strumenti finanziari*: a fronte della scarsità di finanziamenti pubblici, un ruolo strategico nel rilancio degli investimenti può essere svolto dai partenariati pubblico-privati (PPP); l'Osservatorio Nazionale<sup>7</sup> rileva che le attuali criticità potrebbero essere avviate a soluzione attraverso: la creazione di adeguate *expertise* tecniche, legali, economiche e finanziarie; l'utilizzo di modelli standard per la valutazione dei rischi; sistemi di controllo della qualità dei servizi pubblici. Il PPP, quindi, non più considerato solo una modalità per integrare risorse pubbliche, ma soprattutto uno strumento capace di migliorare la qualità dei servizi<sup>8</sup>.

## I riferimenti

Sulle tematiche fin qui illustrate molte sono le esperienze maturate, gli impegni in corso e conseguentemente le ricerche (sia accademiche che non) ad esse correlate.

In questa sede si ritiene di dover privilegiare, rispetto a tematiche esclusivamente tecniche, quelle sulle specifiche connotazioni della edilizia ecosolidale sia per la loro aderenza alla call, sia per una, seppur relativa, originalità e sia per le concrete risultanze fin qui registrate e non solamente in Italia.

Molti infatti gli esempi di organizzazioni, di esperienze e di progettisti che da tempo si muovono lungo questa linea.

Se ne trova conferma anche alla Biennale 2016 di Venezia con molti progetti presentati per risolvere problemi come migrazioni, catastrofi naturali, periferie, criminalità, inquinamento; parole chiave: le cosiddette *battle words* individuate dal curatore della Mostra.

Andrebbe infine sottolineato che il termine *ecosolidale* sta a significare anche, se non soprattutto, *partecipazione*: come sostiene Aravena «*gli interventi devono essere connessi con i bisogni individuali perché l'errore peggiore è rispondere bene alla domanda sbagliata... superando la partnership pubblico-privato per pensare 4P, una partnership pubblico-privato-popolare*».

Come è stato fatto, ad esempio, per la ricostruzione di Constitución, (la città cilena rasa al suolo dallo tsunami nel 2010) formando un consorzio fra Stato, Enti locali, associazioni di cittadini; un progetto quindi rispondente ai bisogni ma aperto per essere completato e modificato secondo i bisogni individuali: una architettura *open-source*.

Il termine “open source”, per inciso, richiama la domanda (retorica) che si pone Salvatore Settis: «*L'architetto è il mero esecutore*

Directive 24 deserves to be mentioned as it introduces precisely the life cycle; these costs include a number of costs ranging from energy consumption and other natural resources, end-of-life costs, pollution costs, and the so-called *environmental externalities*.

*Technical aspects*: industrial culture has only been the focus of the building industry since it has been mistakenly identified with prefabrication, rather than with more sophisticated organizational solutions and more significant technological innovation.

Although prefabrication in a non-industrial sector does exist, conversely there is an industrialization that does not use any prefabricated components, many qualified research centers now propose a substantial revival of the “off site”.

*Financial instruments*: as we are facing a critical time characterized by scarcity of public funding, a strategic role in

boosting investment can be pursued by Public-Private Partnerships (PPPs); the National Observatory<sup>7</sup> notes that the current criticalities could be solved through: the creation of adequate technical *expertise*, legal, economic and financial; the use of standard risk assessment models; monitoring systems to control the quality of public services. PPP as a solution, cannot therefore be considered just a modality to integrate public resources, but most of all as an instrument capable of improving the quality of services<sup>8</sup>.

### Some references

With regard to the topics discussed thus far, many lessons have been learned through experience, the commitments taken and in course of action and the consequent research made (both academic and not) related to experiences built over time.

*dei voleri del committente, anche quando vadano contro l'interesse della collettività, o deve mostrarsi attento al bene comune?»*

Con riferimento a quanto, sia pur sinteticamente, fin qui riportato non si può non chiedersi *in che misura* un sistema costruttivo prefabbricato può offrire prestazioni, non solo tecniche, che rispondano in termini del tutto adeguati ad una serie complessa ed articolata di esigenze?

### Le esperienze tecniche: prime risultanze della ricerca

La sperimentazione, di seguito illustrata, testimonia le connotazioni innovative di processo e di prodotto conseguite attraverso una ricerca conto terzi fra il Dipartimento PDTA della Sapienza di Roma ed una impresa (la AC Engineering) che seppure modello *family business* opera anche all'estero in aree colpite dal sisma e ove si pongano problemi per campi profughi<sup>9</sup>.

Le risultanze appaiono interessanti ed attengono principalmente a tre aspetti:

- interpretazione della nuova domanda di edilizia eco solidale;
- innovazione di processo in linea con industria 4.0;
- innovazione di prodotto per renderlo rispondente alla nuova domanda.

– *interpretazione della nuova domanda*: si sono analizzate le sue specifiche connotazioni individuando componenti leggeri e di facile movimentazione (anche manuale) e tipologie edilizie molto flessibili al fine di valorizzare forme di partecipazione e di autocostruzione; si è voluto fare un ulteriore passo pensando non solo alla residenza ma anche ai servizi e rivolgendosi inoltre sia al mercato europeo che a mercati extraeuropei.

This contribution aims to highlight those issues specifically dealing with eco-sustainable/environment-friendly-solidarity construction, rather than the more exclusively technical aspects, both in adherence to the call and for the sake of a somewhat relative originality and for the actual real results achieved thus far not only in Italy.

There have been in fact many examples of organizations, experiments and planners moving in this direction.

This has also been confirmed by the 2016 Biennale in Venice with its wide number of projects dedicated to expressing global emergencies such as migration, natural disasters, suburban decay, crime and pollution; which became the keywords: the so-called *battle words* identified by the curator of the Exhibition.

Finally, it should be emphasized that the term eco solidarity also means, if

not above all, “*participation*”: as Aravena argues, «*interventions must be related to individual needs because the words error is to respond well to the wrong question...Overcoming the public-private-partnership to think 4Ps, a public-private-popular partnership*».

As was done, for example, in the reconstruction of Constitución (the Chilean city devastated by the tsunami catastrophe in 2010) by forming a consortium between the State, the local authorities and the citizen communities; a project that responded to needs but was kept open to be completed and modified according to individual needs: an “open source” architecture.

The term “open source”, incidentally recalls a (rhetorical) question posed by Salvatore Settis: «*Are architects the chief executors of their clients wishes, even when such wishes clash against collective interests, or should they be accountable*

01 | La macchina stampatrice che assembla una gabbia tridimensionale di acciaio con il polistirene espanso sinterizzato (EPS). Stabilimento in Umbria, foto A.S. Sferra.  
*The printing machine that assembles a three-dimensional steel cage with sintered polystyrene (EPS). Company in Umbria, photo A.S. Sferra.*

Da qui il passaggio da *emergenza residenziale*, peraltro circoscritta nel tempo, ad *architettura eco-solidale* dilatata nel tempo. – *innovazione di processo*: partendo da una rivisitazione critica delle tecnologie finora adottate e del relativo know-how si è puntato ad una loro seppur parziale ma significativa ricalibratura al fine di poter produrre componenti prefabbricati che garantissero in via prioritaria un minor impatto ambientale, compatibilmente con il mantenimento delle prestazioni tecniche, in ogni fase della lavorazione e per tutto il predeterminato ciclo di vita del prodotto.

Inoltre, per mezzo della digitalizzazione, è stato reso possibile il costante monitoraggio, oltre che dei tempi e dei costi, anche dei quantitativi di energia e di acqua utilizzati e recuperati.

L'intero ciclo produttivo, un'industrializzazione di *quarta generazione*, gestisce in termini efficienti, dall'arrivo e stoccaggio dei materiali fino all'imballaggio dei pannelli in pallet pronti per il trasporto, ogni operazione svolta in stabilimento; il nucleo del sistema produttivo è una macchina stampatrice (Fig. 1) che assembla una gabbia tridimensionale di acciaio con il polistirene espanso sinterizzato (EPS); è stata progettata per accogliere diversi tipi di stampo in modo che sia possibile produrre pannelli con diverse forme, spessori e dimensioni; una semplificazione che riduce costi, tempi e sfridi.

– *innovazione di prodotto*: al fine di valorizzare forme di auto-costruzione il componente messo a punto realizza moduli con diverse destinazioni d'uso assemblabili con solamente due operai opportunamente *guidati* (Fig. 2).

La innovazione consiste in un brevetto di un sistema costruttivo prefabbricato costituito da un pannello base, in polistirolo espanso armato (EPS armato), dotato di flessibilità morfologica,

for “the common good” and act consequently?».

In view of what has been briefly reported above, one can not but wonder *how far and to what extent* a prefabricated construction system can provide performance, not just at a technical level, thus responding to a series of complex and articulated requirements?

#### Technical experiences: first results yielded from research

The experiment illustrated below shows the innovative process and product connotations achieved through a third-party research between the PDTA Department of Sapienza in Rome and an enterprise (AC Engineering), which although a *family business* also operates abroad in earthquake struck areas and where problems arise for refugee camps<sup>9</sup>.

The findings appear to be interesting and mainly concern three aspects:

- interpretation of the new demand for eco- solidarity construction;
- process innovation in line with industry 4.0;
- product innovation to make it meet the new demand.

– *interpretation of the new demand*: its specific connotations were analyzed by identifying lightweight components that could be easily moved (also manually) and very flexible building typologies aimed at enhancing forms of participation and self-construction, a further step was also taken by considering not only housing construction but services addressing both the European market and extra-European markets.

From here the transition from *residential emergency*, fixed in time, to an *eco-sustainable/environment-friendly solidarity architecture* dilated in time.



predisposto per una rapida e semplice realizzazione di moduli tridimensionali; un sistema a prefabbricazione aperta, quasi un kit, con una serie di accessori a catalogo, con soluzioni variabili di arredo, permettendo di usare il medesimo spazio con funzioni diverse; il modulo supporta a sua volta sia la serialità del prodotto sia l'aggregabilità degli spazi abitativi e degli elementi tecnici (edilizi, impiantistici, domotici).

I pannelli sono facilmente movimentabili, assemblabili (e disassemblabili) a secco con l'utilizzo di una semplice chiave brevettata dall'azienda; il modulo di 42 m<sup>2</sup> si monta in meno di 5 ore al rustico (successivamente sono realizzate le finiture e gli impianti) (Fig. 3).

Il pannello base del progetto, denominato *home done* dalla AC Engineering che lo produce, ha dimensioni variabili in funzione delle diverse prestazioni meccaniche e fisiche richieste; varia con spessori da 8 a 20 cm; con densità anche esse variabili 10-55 kg/

– *process innovation*: starting from a critical review of the technology implemented thus far and relative know-how, a partial but significant adjustment was made aimed at producing prefabricated components prioritizing a lower impact on the environment, compatible with the maintenance of technical performance, at every stage of processing including the whole life cycle of the product.

In addition, by means of digitization, constant monitoring was ensured to the time and cost and of the quantities of energy and water used and recovered.

The entire production cycle, *fourth generation* industrialization, manages in terms of efficiency, from arrival and storage of materials to packing of ready-to-carry pallets, every operation being carried out at the plant. The core of the production system is a print-

ing machine (Fig. 1) that assembles a three-dimensional steel cage with sintered polystyrene (EPS); it has been designed to accommodate different types of mold so that it is possible to produce panels with different shapes, thicknesses and dimensions; a simplification that reduces costs, time and effort.

– *product innovation*: in order to enhance the forms of self-construction, the component developed produces modules with different uses with only two suitably *guided/trained* workers. (Fig. 2).

Innovation consists of a patent of a prefabricated construction system formed by a base panel, reinforced polystyrene (armed EPS), with morphological flexibility, predisposed for a quick and easy implementation of three-dimensional modules; an open prefabricated system, almost a kit, with a range of catalog accessories, with variable fur-

02 | Al fine di valorizzare forme di autoconstruzione il pannello prefabbricato in EPS armato realizza moduli con diverse destinazioni d'uso assemblabili con solamente due operai opportunamente guidati e con l'utilizzo di una semplice chiave anche essa brevettata dall'azienda, foto A. S. Sferra.

*In order to enhance the forms of self-construction, the component in reinforced EPS produces modules with different uses assembled with only two suitably guided/trained workers and with the use of a simple key also patented from the company, image A. S. Sferra.*

m<sup>3</sup> e può avere all'interno fino a quattro reti in acciaio; le superfici del pannello sono predisposte per il rivestimento con diversi materiali. Il sistema, dai test eseguiti, è rispondente a le normative tecniche italiane (più restrittive rispetto ad altri paesi anche UE).

In conclusione, la collaborazione nella ricerca fra Dipartimento e AC Engineering, ha sviluppato:

a) più ipotesi progettuali accentuando la valutazione degli impatti ambientali di ciclo di vita riconducibili al processo; su questo aspetto la metodologia proposta – ed i criteri applicati che possono essere replicabili in altri contesti – ha previsto la raccolta dati, il monitoraggio e la valutazione ambientale (utilizzando la *Life cycle assessment*) di ogni passaggio del ciclo produttivo; a seguito della valutazione si è proceduto a completare (aggiornandole di continuo) le modifiche al processo – monitorando al contempo tutte le altre prestazioni tecniche – al fine di verificare l'entità della riduzione del carico ambientale.

b) in seguito alla valutazione degli impatti ambientali durante tutto il ciclo di vita predeterminato, si è proceduto a completare (aggiornandole di continuo) le modifiche al prodotto (prestazioni, tempi, costi).

Per quanto attiene nello specifico alle modifiche – di processo e di prodotto – proposte nel corso della ricerca: sono state valutate (in termini di costi/benefici) diverse opzioni: ridurre la quantità di polistirolo utilizzato nei pannelli, modificare i parametri di espansione dell'EPS, ridurre gli spessori dei pannelli, abbreviare le distanze per l'approvvigionamento dello EPS e dell'acciaio, modificare il processo di zincatura; inserire recuperatori di calore per le macchine, efficientare il processo di recupero dell'acqua per renderlo a ciclo chiuso "da rinnovabili", utilizzare sistemi di

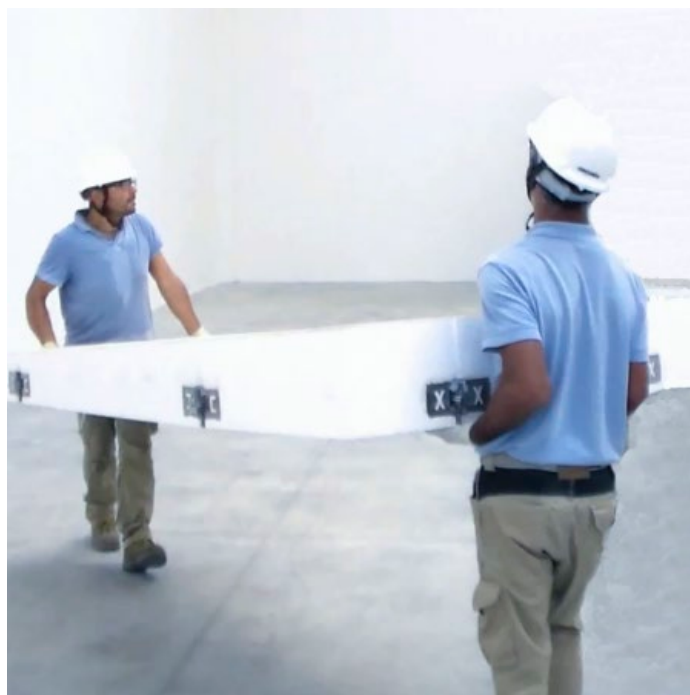
niture solutions, allowing to use the same space with different functions; the module also supports the seriality of the product and the aggregation of the living spaces and the technical elements (buildings, systems, domotics). The panels are easily movable, assembled (and disassembled) with the use of a simple patented key from the company; the 42 m<sup>2</sup> module takes less than 5 hours for the basic assembling (the finishes and the service works are installed later). (Fig. 3).

The project's base panel, called *home done* made by AC Engineering that produces it, has variable dimensions depending on the various mechanical and physical performance required; varies with thicknesses from 8 to 20 cm; with densities also varying from 10 to 55 kg/m<sup>3</sup> and can have up to four steel nets inside; the surface of the panel is suitable for covering with

different materials. The construction system, from the tests performed, is in compliance with Italian technical regulations (more restrictive than other EU countries).

In conclusion, research collaboration between the Department and AC Engineering has developed:

a) multiple design hypotheses by enhancing the assessment of environmental life-cycle impacts due to the process; on this aspect the proposed methodology, and applied criteria that can be replicated in other contexts, envisaged data collection, monitoring and environmental assessment (using the *Life cycle assessment*) of each step in the production cycle; as a result of the evaluation, the changes to the process have been completed (continuous updating) while monitoring all other technical performance in order to verify the extent of the reduction in the environmental impact.



cogenerazione per la produzione di energia e di fonti energetiche rinnovabili, aumentare i quantitativi dello EPS provenienti dal riciclo, gestire in modo corretto (*upcycle e recycle*) i rifiuti da imballaggio.

Fra i vantaggi nell'utilizzo dell'EPS sono state, congiuntamente, valutate in termini positivi: l'assenza di rischi per la salute (non emette sostanze nocive, non è aggredibile dall'umidità, microrganismi) e la durabilità (circa 50 anni) mantenendo inalterate nel tempo le sue proprietà.

Le caratteristiche tecniche delle soluzioni scelte, attualmente in produzione, sono state certificate secondo normativa; concluse le valutazioni di impatto ambientale si sta completando la documentazione per acquisire le relative certificazioni ambientali. In sintesi: alla domanda posta in precedenza *in che misura un*



03 | La flessibilità funzionale dei componenti consente di rispettare sia le esigenze della emergenza residenziale sia quelle dei servizi come richiesto dalla architettura ecosolidale, foto AC Engineering.

*The functional flexibility of the components make it possible to keep both residential and services emergency in order to meet the demands of the eco-solidarity architecture, foto AC Engineering.*



sistema costruttivo può offrire prestazioni che rispondano ad una serie di esigenze una prima, tangibile, risposta potrebbe essere il fatto che *home done* è stato fornito alla Croce Rossa Italiana e ad un Comune colpito dal sisma dell'agosto 2016; va aggiunta inoltre l'apertura di un nuovo stabilimento nella Repubblica Dominicana in una realtà sociale ed economica che richiede, appunto, una risposta in termini di edilizia ecosolidale (Fig. 4).

### Come continuare

Le ipotesi di lavoro delineate in apertura circa la nuova domanda da soddisfare, così come le soluzioni tecnico/economiche proposte al termine di un primo step della ricerca, non possono, ottimisticamente, essere valutate come stabili, ma dinamiche modificandosi nel tempo.

Va quindi ulteriormente analizzata l'evoluzione delle catene distributive (*supply-chain*) delle PMI per identificare i prossimi passi necessari per rimanere competitive nella industria 4.0. al fine di governare la pianificazione di tutti i componenti della filiera produttiva.

Quindi: sistematico miglioramento dell'efficienza supportato da misure oggettive per il lavoro (ergonomia), un modello organizzativo partecipativo (produttività dal basso), maggiore attenzione alla formazione (anche dei manager dell'industria) ed alla tecnologia, apertura ai giovani talenti digitali.

Per quanto si è fin qui cercato di sottolineare, il cambio di paradigma consente il passaggio da *progetto a prodotto*; si è infatti interpretata la domanda, tratteggiato il contesto socio/economico/normativo che deve soddisfarla, illustrate possibili innovazioni tecniche di processo e di prodotto.

Come monitorare i successivi passaggi: da cittadini, stimolando

b) following the assessment of environmental impacts throughout the predetermined life cycle, completion was achieved through constant updating of the modifications of the product (performance, times, costs).

As far as product and process modifications are concerned proposed in the course of the research, various options have been evaluated (in terms of costs/benefits): reduce the amount of polystyrene used in the panels, modify the expansion parameters of the EPS, reduce panel thickness, shorten distances for EPS and steel supplies, change the galvanizing process; inserting heat recovery machines, streamlining the water recovery process to make it a "closed-loop" cycle, using cogeneration systems for renewable energy and renewable energy sources, increasing recycled EPS volumes, proper waste packaging management (upcycle and recycle).

Among the advantages of using EPS, these were jointly assessed in positive terms: the absence of health risks (no harmful substances, no moisture, microorganisms) and durability (50 years) while maintaining its properties unchangeable over time.

The technical characteristics of the solutions chosen, currently in production, have been certified according to regulations; upon completion of the environmental impact assessments the documentation to acquire the relevant environmental certification will follow. In summary: to the question posed earlier *to what extent can a construction system grant performances to meet a series of needs?* A first, realistic, reply could be the fact that the *home done* was provided by the Italian Red Cross and to a Municipal town hit by the 2016 earthquake; besides the opening of a new establishment in the Dominican

la P.A. e controllando la corretta applicazione dei relativi decreti legislativi; come docenti impegnati in sedi universitarie, un sempre maggiore impegno nella ricerca confrontandola di continuo, da un lato con le sempre nuove esigenze della società civile, ivi comprese quelle della sostenibilità ambientale, e dall'altro con il contesto economico/produttivo che ne deve garantire la realizzabilità.

Questo significa anche però che:

- decollino i *competence center*, i centri di eccellenza tecnologica che fanno capo ad alcune università con il compito di aiutare le imprese verso la quarta rivoluzione industriale nella forma del partenariato pubblico-privato;
- la formula che consente ad una struttura universitaria di dar vita alla terza missione può essere quella delle aziende innovative partecipate dagli stessi atenei, le cosiddette spinoff e startup, adottando una *open innovation a km 0*;
- infine andrebbe risolto anche il nodo dei finanziamenti agli Atenei: non bastano certo pochi fondi, distribuiti in modo inadeguato, per il finanziamento delle attività base della ricerca.

Republic within a social and economic context in need of eco-solidarity construction solutions. (Fig. 4).

### How to continue in this path

The work hypotheses outlined at the beginning of our discussion with regard to the new demand to be met, as well as the technical/economic solutions proposed at the end of the first step of research conducted, can not, optimistically, be evaluated as stable but must be interpreted as dynamic that is changing over time.

The evolution of the *supply-chain* of SMEs should be further analyzed to identify the next steps necessary to remain competitive in industry 4.0. In order to govern the planning of all components of the production chain. Therefore, systematic improvement of efficiency supported by objective work measures (ergonomics), a participatory

organizational model (bottom productivity), greater attention to training (including industry managers) and technology, opening up to young digital talents.

As mentioned above, the change of paradigm allows for the transition from *project to product*, the demand has been in fact interpreted by outlining the socio/economic/regulatory context it must respond to, having illustrated the possible process and product technical innovations.

How to monitor the next steps: as citizens, by stimulating the PA and granting the correct application of those legislative decrees of reference; as committed University professors engaged in academic research comparing on one side with civil society's new demands, including of course those needs pertaining to environmental sustainability and on the other with the economic/

Altrimenti non si può ancora continuare a chiedere apporti per una green economy e/o green society.

#### NOTE

1. *Piramide della popolazione* (ISTAT, 2016): in Italia si è registrato il livello minimo delle nascite pari al 2,4%.
2. Rapporto 2016 sull'economia dell'immigrazione della Fondazione Leone Moressa.
3. Indagine Confindustria 2016 su un campione di 11 mila imprese, 3 mln di addetti e fatturato di 728 mld.
4. In Italia operano oltre 2,5 milioni di *family business* che hanno un *peso sociale* in termini di occupazione e di presidio del territorio e contribuiscono al circa 20% del Pil.
5. Manzocchi, S., La scommessa da vincere si chiama Produzione 4.0, in *Il Sole 24 Ore* 22/5/ 2017.
6. Il Rapporto *Il mercato dei contratti pubblici*, Servizio Studi della Camera, Anac e Cresme, evidenzia il calo in valore nei LLPP: -29,4% nel 2016 rispetto al 2015. Una riduzione del 40% per il settimo anno consecutivo (2008-2015)
7. Realizzato e gestito da CRESME Europa Servizi.
8. Corte dei Conti, Rapporto 2017 sul coordinamento della finanza pubblica.
9. Il pannello base del sistema costruttivo *home done* è stato brevettato in una prima versione nel 2015; attualmente è in corso negli Stati Uniti il processo di certificazione del sistema costruttivo in collaborazione con QAI Laboratory di Los Angeles il cui codice antisismico più restrittivo è valido in tutti gli stati americani.

productive context which can ensure their feasibility and ultimate implementation.

This however also requires:

- the taking off of *competence centers*, centers of technological excellence yielded from some universities with the intent of supporting enterprises toward the fourth industrial revolution in the form of a public-private partnership.
- a formula allowing any university facility to generate a third mission envisaging innovative companies sharing partnerships with universities; i.e. the so called spin-offs and startups, by adopting a *km 0 sourced approach*.
- finally the financial issue needs to be solved with respect to Universities: scarcity of fund not so well distribute is certainly inadequate for funding research activities.

Or we can not continue asking for contributions for a *green economy* and/or *green society*.

#### NOTES

1. *Piramide della popolazione* (ISTAT, 2016) the minimum birth rate at National Level is 2,4 %.
2. 2016 Report on immigration by the Fondazione Leone Moressa.
3. Confindustria Survey 2016 on a sample of 11 thousand companies, 3 mln operators and 728 mld. turnover.
4. In Italy more than 2,5 million *family businesses* that impact socially in terms of employment and Local coverage and contribute approx. 20% of the GNP.
5. Manzocchi, S. (2017), "The Challenge is called Produzione 4.0", *Il Sole 24 Ore*, 22/5/2017.
6. the Report *Il mercato dei contratti pubblici*, Servizio Studi della Camera, Anac e Cresme, shows a decrease in

#### REFERENCES

- Acquati E. and Bellini C. (2016), *Digital Italy 2016. Per una Strategia Nazionale dell'innovazione digitale*, Maggioli Ed., Rimini
- ANCE (2016), Rapporto 2016
- CENSIS (2016), *50° Rapporto annuale sulla situazione sociale del Paese*, FrancoAngeli, Milano
- CENSIS (2016), *Il ritorno ad una dimensione territoriale del Paese*
- CRESME (2016), *XXIV Rapporto Congiunturale e Previsionale*, Bologna
- ISPRA (2016), *Annuario dei dati Ambientali 2016*, Roma
- MATTM, Dir. Gen. Clima e Energia (2015), *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*
- Settis, S. (2017), *Architettura e democrazia*, Einaudi, Torino
- Sferra, A.S. (2016), *Processo Edilizio&Sostenibilità Ambientale*, FrancoAngeli, Milano

value in LLPP: -29,4% in 2016 compared to 2015. A 40% drop for the seventh consecutive year (2008-2015).

7. Implemented and coordinated by CRESME Europa Servizi.
8. Corte dei Conti (Court of Auditors), 2017 Report on public finance control.
9. The basic building system panel *home done* was patented in its first version in 2015; the certification process is currently in progress in the US in collaboration with Los Angeles QAI Laboratory in compliance with the most restrictive anti seismic code effective in all US States.