

# D O S S I E R

# Le priorità tecnologiche nel settore Costruzioni in Emilia-Romagna

## Technological priorities in the Emilia-Romagna Construction industry

Teresa Bagnoli,  
Federica Maietti

Le priorità tecnologiche individuate per il settore Costruzioni dalla Strategia S3 avviata dalla Regione Emilia-Romagna vedono, tra le principali sfide percorribili, la rigenerazione del patrimonio esistente, il risparmio energetico, la sicurezza e la risposta ai cambiamenti sociali

Regenerating existing building stock, energy saving, safety and response to social change are the main technological priorities in the Construction industry which have been identified, among all possible challenges, by Emilia-Romagna Smart Specialization Strategy

La Strategia per la Specializzazione Intelligente (S3 - "Smart Specialization Strategy") è una strategia per l'innovazione, definita come flessibile e dinamica, lanciata dalla Commissione Europea nel 2011 e che è stata evidenziata come uno dei pilastri centrali della "Strategia Europa 2020". La Specializzazione Intelligente viene elaborata a livello di ciascuna regione, ma messa a sistema a livello nazionale ed europeo, ed implica un processo di sviluppo di una visione, che identifica il vantaggio competitivo, la definizione delle priorità strategiche, facendo uso di politiche intelligenti per massimizzare il potenziale di sviluppo della conoscenza di qualsiasi regione. L'obiettivo generale di valorizzare le eccellenze si traduce a livello operativo nella valorizzazione dei settori e/o delle nicchie di mercato dove i territori dispongono di chiari vantaggi competitivi o di determinate potenzialità di sviluppo imprenditoriale. A partire dall'inizio della primavera di quest'anno la Regione Emilia-Romagna ha avviato una riflessione sulla Strategia S3 incentrata sulla ricerca e sull'innovazione a scala regionale. Questa politica

ha preso l'avvio dall'analisi dei punti di forza e dagli ambiti di specializzazione che rappresentano il maggior potenziale di crescita, e sui quali puntare per rafforzare il potenziale strutturale del territorio stesso. D'altra parte viene preso in considerazione il cambiamento ormai necessario che deve guidare le scelte politiche verso una attenzione al "sostenibile, intelligente ed inclusivo", che riesca a portare verso un aumento dell'occupazione nonché della qualificazione dell'occupazione.

La logica che muove questa operazione è determinata dalla volontà di evitare la dispersione delle risorse disponibili e di puntare ad obiettivi concreti ed efficaci, per permettere di aumentare le ricadute dei risultati della ricerca e i suoi effetti moltiplicativi di crescita e sviluppo per il territorio.

La Regione Emilia-Romagna può vantare una esperienza ormai decennale nella sperimentazione e nell'attuazione di politiche che valorizzino la ricerca finalizzata allo sviluppo locale, partendo da stanziamenti finalizzati alla ricerca e sviluppo nelle PMI, alle reti di impresa, ai distretti tecnologici, alla Rete Regionale dell'Alta

**Gruppo di lavoro Costruzioni - Construction Team:**

Pietro Andreotti, ICIE  
Ernesto Antonini, Università di Bologna  
Marcello Balzani, Università di Ferrara  
Paolo Bellavista, Università di Bologna  
Carlo Alberto Bettini, CMB  
Alessandro Capra, Università di Modena e  
Reggio Emilia  
Davide Carra, Gruppo Concorde Spa  
Roberta Casarini, Laboratorio di Architettura  
Carmela Cellamare, LECOP  
Barbara Ferracuti, Università di Bologna  
Arlen Ferrari, GFC Chimica  
Iader Marani, Imilegno  
Francesco Matteucci, Tozzi Sud  
Maria Rosa Raimondo, ISTECCNR  
David Pazzaglia, CEDAC Software

Tecnologia, alle start up ad elevata tecnologia, alle infrastrutture di supporto alla ricerca. Queste attività hanno permesso di realizzare un "ecosistema" regionale della conoscenza e dell'innovazione, completato da soggetti istituzionali, centri di ricerca e organi locali che hanno contribuito efficacemente alla elaborazione e alla realizzazione delle politiche di sviluppo, e dove l'innestarsi delle tecnologie chiave abilitanti può portare a sviluppare la competitività dell'intero sistema e promuovere il superamento delle sfide sociali. La realizzazione della Strategia S3 in Emilia-Romagna è partita dalla identificazione dei tre ambiti di alta specializzazione produttiva, rilevanza occupazionale, presenza di imprese territoriali, articolazione produttiva, rilevanza tecnologica: Sistema Agroalimentare, Sistema Edilizia e Costruzioni e Sistema Meccatronica e Motoristica. A questi si sono aggiunte due filiere innovative ad alto potenziale di crescita: Industrie della salute, Industrie culturali e creative. Nella successiva fase di definizione del policy mix viene richiesto di identificare le misure strategiche in grado di affrontare le priorità. Tali misure dovranno essere adeguate alla qualità e tipologia delle priorità e alle loro reali condizioni di applicabilità nella regione. La Regione Emilia-Romagna ha affidato ad Aster il compito di coordinare la fase di selezione delle priorità avviata ad aprile 2013, coinvolgendo in modo organizzato un numero rilevante di rappresentanti delle imprese, del sistema della ricerca pubblica e privata (trasversalmente rispetto alle aree di disciplina) e altre organizzazioni regionali integrate nell'ecosistema dell'innovazione. Grazie anche alla politica in sostegno all'innovazione implementata

fin dal 2002 nella Regione Emilia-Romagna che ha generato meccanismi permanenti di collaborazione e di matching domanda-offerta di innovazione, il sistema regionale ha risposto con entusiasmo alla chiamata per espressioni di interesse alla partecipazione a questa attività, tanto che è stato necessario effettuare una selezione dei partecipanti. Sono stati quindi costituiti otto gruppi di lavoro, i cui membri hanno contribuito rispetto alle proprie conoscenze ed esperienze specifiche, ma anche alla propria conoscenza del settore, dei mercati, delle dinamiche territoriali. Il risultato complessivo è un documento di Priorità Tecnologiche Regionali per il periodo di programmazione 2014-2020, presentate, giustificate e discusse sia in base alla loro evoluzione tecnico-scientifica, sull'orizzonte 2020-2025, sia alla possibilità effettiva di essere realizzate. Questo primo lavoro è stato presentato pubblicamente il 4 luglio scorso e successivamente è stato messo a disposizione per la consultazione pubblica attivata dalla Regione Emilia-Romagna al fine di raccogliere commenti e integrazioni, e che fino alla fine del 2013 porterà alla definizione dei programmi operativi per la Commissione Europea. Il gruppo di lavoro Edilizia e Costruzioni è partito analizzando il settore che rappresenta, per l'Emilia-Romagna, uno dei comparti economici e occupazionali trainanti, con un grado di specializzazione molto elevato rappresentato da un tessuto di piccole e medie imprese altamente qualificate e competitive, ricoprendo inoltre un ruolo di leadership nazionale in alcuni comparti industriali specifici. Oggi il settore delle Costruzioni è coinvolto in una crisi che colpisce sia le imprese maggiori che buona parte del tessuto di PMI. Tale congiuntura ha coinciso con la sempre più stringente consapevolezza del problema ambientale, con la necessità di allinearsi alle direttive europee in materia e con la conseguente necessità di porre al centro le sfide sociali del futuro. Tra le molteplici sfide che il settore dovrà affrontare, alcuni obiettivi risultano prioritari: la limitazione del consumo del suolo, la realizzazione di un sistema energetico sostenibile e competitivo per affrontare la scarsità di risorse, la risposta all'incremento dei fabbisogni, in particolare quelli energetici, l'adattamento ai cambiamenti climatici, l'invecchiamento della popolazione e i cambiamenti sociali, che devono trovare risposte anche in termini di accessibilità, vita autonoma, comfort, salute e benessere e, non da ultimo, la sicurezza.

Il tema della sicurezza strutturale, degli edifici, delle infrastrutture e del territorio in generale è diventato per la Regione particolarmente urgente anche alla luce del sisma che ha colpito il territorio emiliano nel maggio del 2012, che ha evidenziato la necessità di operare un approfondito controllo sulla vulnerabilità sismica degli edifici privati e pubblici, operare sulla normativa in materia e su processi "trasparenti".

Qualità energetica, sostenibilità ambientale e sicurezza strutturale, riqualificazione del patrimonio esistente e rigenerazione urbana, ruolo del progetto e qualità architettonica, sostenibilità economica, tecnologica, progettuale e di processo: sono queste le direzioni fondamentali tracciate nell'individuazione delle traiettorie tecnologiche prioritarie, analizzate in rapporto al contesto produttivo.

Il documento è stato redatto considerando inoltre una serie di aspetti del processo complessivo che rendono il settore tradizionalmente poco ricettivo all'innovazione; si tratta di "barriere" non tecnologiche (dal punto di vista normativo, di trasferimento, cultura del progetto, gestione dei dati, comunicazione, costo di sperimentazioni e prototipi, ecc.) che, nel processo complessivo, impediscono a quelle innovazioni in grado di incidere in modo radicale sul settore, di trovare applicabilità. Mettere al centro lo sviluppo tecnologico e d'impresa, logiche di processo verificabili e predisposte all'innovazione rappresenta una fondamentale chiave di volta per le imprese e per il mondo delle professioni (al margine dei processi di trasformazione). La qualità del progetto e un nuovo ruolo integrato delle diverse figure tecniche, comprensive di nuove

figure professionali, sono alla base della concreta applicazione di nuovi modelli di sviluppo edilizio e architettonico per il tessuto produttivo, capaci di innescare, anche sul piano tecnico-normativo, un processo di cambiamento che può investire a cascata tutti i comparti che compongono il sistema.

#### Teresa Bagnoli

Coordinatore per ASTER della Piattaforma Costruzioni Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna · ASTER  
Construction Platform Coordinator – High Technology Network  
teresa.bagnoli@aster.it

#### Federica Maietti

Dottore di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura;  
ASTER, Piattaforma Costruzioni - Rete Alta tecnologia dell'Emilia-Romagna · PhD in Technology of Architecture;  
ASTER, Construction Platform - High Technology Network  
federica.maietti@aster.it



S3 (Smart Specialization Strategy) is a strategy promoting innovation – defined as flexible and dynamic – which was launched by the European Commission in 2011 and was defined as one of the main pillars of "Europe 2020 Strategy". Smart Specialization is being developed in each single region, but is evaluated and systematized at a national and European level; its purpose is to develop a vision capable of detecting competitive advantages and strategic priorities by means of smart policies which maximize the potential for knowledge development belonging to any region. This year, Emilia-Romagna regional administration began

an analysis of the Strategies for Smart Specialization, centered on research and innovation at a regional level. This policy started from the analysis of the strengths and the specialization fields of the region; such fields represent the most relevant potential for growth and may be considered the pivotal point to consolidate the structural potential of the area itself. Emilia-Romagna S3 Strategy began by identifying three areas characterized by highly specialized production, employment capacity, presence of enterprises in the region, rich product portfolios, and technological importance: the agri-food system, the building and construction

system, and the motor/mechatronic system. Emilia-Romagna administration entrusted Aster with the task of coordinating the priority-setting phase; through careful planning, this phase involved a considerable number of delegates from enterprises of different sizes and different markets, public and private research – involving all research areas – and other regional organizations integrated in the ecosystem of innovation. The resulting eight work groups shared the same vision of the future of the region with reference to the industries involved; all members of the groups gave their contribution on the basis of their specific knowledge

and experience, as well as their knowledge of the industry, markets, local dynamics. The general outcome was a document defining Regional Technological Priorities for the programming period 2014-2020, which were presented, supported and discussed on the basis of both their expected scientific development in 2020-2025, and their actual feasibility. The work group dedicated to the building and construction system started from an analysis of the industry, which is one of the driving forces in terms of economy and employment in Emilia-Romagna; this system is complex, extremely specialized, composed of an economic

fabric of highly qualified and very competitive SME, playing a domestic and international leadership role in some specific manufacturing sectors. Energy quality, ecological sustainability, structural safety, the requalification of existing building stock and urban regeneration, the role of design and its quality in terms of architecture, urban planning and quality of life, reduction in land consumption, sustainability related to economy, technology, design and process: these are the main trajectories drawn while identifying the technological priorities of the construction industry, as analyzed within the productive context of the region.

# Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture

## Technologies to develop and manage design and structures

Lo sviluppo di metodologie di controllo e verifica del progetto in grado di implementare le competenze professionali e di impresa, di gestire consapevolmente i costi degli interventi di nuova costruzione e di recupero, ottimizzando i processi e costituendo un tessuto connettivo imprenditoriale di alta innovazione tecnologica, rappresenta un importante segmento dello scenario di trasformazione del settore delle Costruzioni.

Il processo di progettazione e costruzione, sia che riguardi il nuovo costruito che il recupero/ rigenerazione, va reso più efficiente ed efficace per garantire opere sicure, sostenibili, con costi e tempi certi, riducendo il cronico contenzioso tra Committenza e Impresa.

A livello regionale, una strategia volta alla definizione del *cantiere trasparente* risulta particolarmente importante nelle zone dove è necessaria la ricostruzione post evento sismico, ripristinando il tessuto (residenziale, pubblico, produttivo e infrastrutturale) secondo processi ottimali e ben monitorati, finalizzati a sicurezza e funzionalità. L'industria collegata all'Architettura, all'Ingegneria e alle Consulenze specialistiche (dall'inglese AEC, sigla sintetica per Architecture, Engineering, Consulting), è caratterizzata da efficienza delle prestazioni piuttosto bassa, che si riflette in frequenti ritardi e superamento dei costi previsti da contratto. Parte del problema è dovuta alla struttura organizzativa dei ruoli e delle professionalità coinvolte, e al tradizionale approccio alla gestione e allo scambio delle informazioni sul progetto, sull'edificio e

sulla sua costruzione fino alla gestione del ciclo di vita (Life Cycle Management, LCM). Attraverso tecnologie in fase di evoluzione è possibile operare scelte tecnicamente soddisfacenti per la descrizione morfometrica delle strutture: le fasi di analisi e verifica prevedono infatti l'implementazione di metodi per il controllo del progetto e la verifica e il monitoraggio dell'opera, considerando tecnologie attuabili sia su strutture di nuova costruzione che in progetti di recupero e rigenerazione e su beni di interesse archeologico e storico-artistico.

Per le loro caratteristiche e per il livello tecnologico raggiunto, gli strumenti di progettazione BIM (Building Information Modeling) sono quelli che consentono il maggior livello di interazione tra i diversi aspetti del progetto, rappresentando un ambiente utilizzabile dai diversi attori che intervengono nel progetto, e in cui è possibile applicare controlli di molti aspetti: dalle simulazioni per il controllo strutturale a quelle per il controllo energetico-ambientale, ad un miglior controllo degli aspetti di computo e di stima delle quantità e infine di previsione dei tempi.

Tra le azioni ritenute prioritarie nel medio periodo vi sono:

- determinazione e diffusione di un modello BIM quale metodologia corrente per la gestione del progetto da parte di progettisti e imprese. Un BIM tridimensionale è uno strumento di lettura e analisi della struttura che riveste anche caratteristiche multi-temporali consentendo di

innovazione di processo  
cantiere trasparente  
comunicazione · sicurezza  
BIM · Life Cycle Management  
infrastrutture  
progetto · monitoraggio  
process innovation  
transparent construction site  
communication · safety · BIM  
Life Cycle Management · infrastructures  
design · monitoring

inglobare le informazioni sulle fasi progettuali e costruttive oltre che le informazioni storiche di un edificio; questo particolare lo rende particolarmente apprezzabile in progetti di ricostruzione e restauro. Il BIM si configura inoltre come un potente veicolo di progettazione/costruzione Green Building, potendo inglobare, nei software di generazione del modello dell'opera, componenti edilizi e codici di calcolo nelle più svariate discipline;

- piattaforma multidisciplinare, che consente ai diversi professionisti coinvolti nel processo di progettazione-costruzione di lavorare sullo stesso file senza interferenze reciproche e soprattutto senza perdita di informazioni e senza ritardi, in modo coordinato e riducendo quindi gli errori progettuali;
- diffusione di tecnologie basate sull'accuratezza metrica e sull'alta densità informativa, ovvero di strumenti e metodologie già consolidate come la fotogrammetria e la videometria e di strumenti di relativamente recente applicazione come i laser scanner terrestri a tempo di volo (Time of Flight) o a interferenza di fase, che consentono acquisizioni precise e garantiscono la realizzazione di un modello tridimensionale dell'oggetto rilevato di accuratezza idonea allo sviluppo di progetti di restauro;

- sviluppo di tecnologie per il controllo delle deformazioni e i monitoraggi metricamente accurati: la ricerca applicata si muove nella direzione dell'uso integrato di strumentazione topografica tradizionale con fibre ottiche che consentirebbe un'elevata precisione relativa a basso costo (fibra ottica) con elevata accuratezza di posizionamento (strumentazione topografica-geodetica);
- realizzazione di sistemi integrati di monitoraggio in tempo reale e analisi dei dati di acquisizione: tale evoluzione tecnologica risulta prioritaria poiché l'analisi integrata consiste nel confronto in un unico diagramma dei dati georiferiti in un unico sistema, allineati temporalmente e opportunamente pesati in funzione della loro precisione. Questo sistema di analisi sarà uno strumento molto potente per l'interpretazione corretta dei fenomeni deformativi;
- applicazioni di realtà aumentata, che consente di evidenziare ed enfatizzare caratteristiche morfometriche delle strutture agevolando in particolar modo la visione e l'analisi delle geometrie in fase di progetto/simulazione. Appare estremamente significativa a livello di valutazioni di impatto dei progetti e delle strutture più che nella fase di sviluppo del progetto stesso;
- sperimentazione di applicabilità delle nuove

tecnologie, al fine di verificare l'effettiva maturità delle tecnologie e sistemi sia per la progettazione/pianificazione lavori che per il rilievo in campo, attuabile nelle due fasi della Progettazione e pianificazione lavori e Costruzione e gestione del cantiere.

Risulta fondamentale investire nella diffusione (tra committenti, progettisti e imprese) di tali tecnologie attraverso un potenziamento dell'interoperabilità e della standardizzazione di banche dati di componenti edili (strutturali e non), e attraverso leggi, norme tecniche e capitolati abilitanti, l'elaborazione e lo sviluppo di norme tecniche aggiornate e adeguate che facilitino l'uso e la diffusione delle tecnologie negli incarichi professionali e nei bandi di gara. In una regione come l'Emilia-Romagna che ha raggiunto un elevato grado di sviluppo a livello di infrastrutture, realizzate però a partire da qualche decennio, è forte l'esigenza di intervenire anche sulle strutture e infrastrutture esistenti per verificare e monitorare lo stato di funzionamento e intervenire, anche in modo incisivo, con programmi idonei di conservazione e mantenimento. Un fatto episodico e drammatico come gli eventi sismici del 2012 ha stimolato il mercato all'utilizzo di tecnologie per lo sviluppo e la gestione di progetti di ricostruzione e di applicazione più efficace di monitoraggio delle strutture.

An important part of the transformation in the construction industry consists, on the one hand, in developing design control and verification methodologies capable of implementing the competences of professionals and enterprises; on the other, in skillfully managing the costs of construction and renovation, while optimizing processes and building an entrepreneurial network of high technological innovation. The process of designing and building, whether it concerns new projects or renovation/regeneration, needs to become more efficient and effective in order to guarantee that buildings be safe and sustainable, with more reliable deadlines and costs, thus reducing the amount of chronic controversies between

clients and construction companies. At a regional level, a strategy aiming to define the characteristics of a transparent construction site is particularly important in the areas where, after a seismic event, reconstruction is necessary to renovate the residential, urban, public, productive and infrastructural fabric according to optimal, well-monitored processes focusing on safety and functionality. The industry connected to Architecture, Engineering and specialized Consulting (AEC) is characterized by rather low efficiency resulting in frequent delays and contract-set budgets being exceeded. This problem is partly due to the organizational structure of roles and

competences involved, and to the traditional approach to the management and the exchange of information on designs, buildings and their construction process, up to their life cycle management (LCM). By using evolving technologies, it is possible to opt for technically satisfactory choices to carry out a morphometric description of structures: the phases of analysis and verification include implementing methods for design checking, building testing and monitoring by means of technologies suitable for new constructions, projects of renovation and restoration, as well as buildings of archaeological, historical and artistic interest. Thanks to their features and their high technological level,

BIM (Building Information Modeling) design instruments guarantee a higher interaction between the different aspects of designing and create an environment that can be used by the different actors involved; moreover, thanks to these instruments, it is possible to keep several different aspects under control: from structural testing simulations to environment and energy checks, from improved testing of quantity calculation and assessment, to better control over schedule forecast. Some of the mid-term priorities are:

- determining and spreading a BIM method as current methodology for project management by designers and construction companies;

- a multi-disciplinary platform allowing all different professionals involved in the process of designing and building to work in a coordinated way, thus reducing design errors;
- the diffusion of technologies based on metric calculation accuracy and high density of information;
- the development of technologies to check deformations and carry out accurate metric monitoring;
- integrated systems for real-time monitoring and acquired data analysis;
- augmented-reality applications to highlight and emphasize the morphometric features of structures, thus ensuring, in particular, that geometries are viewed and analyzed during design/simulation.



# Il processo edilizio trasparente

## Transparent construction process

Interfacce e strumenti di comunicazione  
per il trasferimento dell'innovazione tecnologica  
nel processo edilizio

Interfaces and communication instruments to transfer  
technological innovation to the construction process

La crisi economica e la conseguente ricaduta sul mercato immobiliare rendono necessaria un'analisi volta a interpretare le motivazioni che hanno portato a una progressiva divergenza tra domanda e offerta in termini di caratteristiche del prodotto. Una delle maggiori criticità nel processo complessivo che governa il settore delle costruzioni e il mercato immobiliare è rappresentata dalla mancata comunicazione all'utilizzatore finale delle tecnologie disponibili.

La congiunturale necessità di un rilancio del settore richiede di avere a disposizione opportuni strumenti per comunicare, sia al cliente finale che ai diversi attori coinvolti, informazioni relative ai processi e alle tecnologie innovative impiegate. Da troppo tempo infatti il settore dell'edilizia basa la propria strategia di comunicazione di prodotto orientandosi sulla pubblicizzazione dei meri caratteri distributivi e sulla qualità delle finiture degli immobili, piuttosto che sul reale livello qualitativo del manufatto edilizio, ignorando quasi completamente tutte le caratteristiche tecnico-prestazionali di cui si compone, senza valorizzare le tecnologie impiegate, volte soprattutto all'efficienza energetica, alla sicurezza strutturale e al comfort abitativo.

Gli attori del settore delle costruzioni non si sono preoccupati di intervenire per ampliare la "cultura

tecnologica" della propria clientela (come invece è avvenuto in altre filiere industriali), non riuscendo a sfruttare nella comunicazione i dati e le specificità connesse al livello tecnologico impiegato negli edifici: sistemi intelligenti di gestione/ottimizzazione dell'energia, reti di sensori che intervengono per regolare l'efficienza energetica degli involucri, vernici fotocatalitiche che abbattano le polveri sottili, materiali stratificati, ecc.; molti di questi componenti integrati non sono "visibili" nel prodotto edilizio finito rimanendo "nascosti" all'interno delle parti strutturali, di chiusura o di tamponamento. Attraverso tecnologie di comunicazione innovative occorre puntare all'ottimizzazione del "circuito informativo" tra i principali soggetti che intervengono nel processo complessivo (committenze, progettisti e imprese). La comunicazione deve risultare accessibile a committenze pubbliche e private (pubblica amministrazione e cittadini in categorie di utilizzatori), creando un "ponte" con imprese immobiliari, progettisti e imprese edilizie. Oltre alla trasparenza di processo e all'agevolazione all'accesso alle regole di mercato, l'implementazione delle tecnologie di comunicazione nel settore edilizio concorre al raggiungimento di un maggiore livello di partecipazione e inclusività sociale, necessario alla crescita culturale da parte del cittadino, che aumenta



# cantiere trasparente comunicazione · processo edilizio innovazione tecnologica processo edilizio mercato immobiliare tecnologie digitali

## transparent building site · communication construction process · technological innovation real estate market · digital technologies

il grado di consapevolezza e di coscienza critica su tutti i fattori in gioco nel mercato. Allo stato attuale le tecnologie multimediali nel settore edilizio sono inadeguate e utilizzate soltanto come "effetti speciali" di visualizzazione spaziale (spesso fuorviante) senza entrare nel merito dei contenuti tecnologici/prestazionali. Il comparto dell'edilizia e delle costruzioni sarà chiamato, nei prossimi anni, da un lato a intraprendere un percorso di rigenerazione, riorganizzazione e ottimizzazione dei processi costruttivi, ibridando la tradizione con sistemi innovativi più economici e maggiormente mantenibili, dall'altro a colmare il gap in termini di comunicazione di prodotto tra domanda e offerta, superando i limiti conoscitivi e i luoghi comuni che rischiano di bloccare il processo di rinnovamento edilizio. Questa inversione di rotta può essere intrapresa rendendo maggiormente accessibili le informazioni riguardanti le tecnologie impiegate e le relative ricadute in termini di qualità del prodotto finito. La sfida tecnologica percorribile nel medio periodo tende a elevare gli aspetti di riconoscibilità di categorie e componenti tecnologici utilizzati in edilizia, rendendoli identificabili e qualificanti all'interno del panorama del mercato immobiliare. I fattori abilitanti (di processo e di prodotto) che

sostengono le dinamiche attuative del trasferimento di conoscenza tra domanda e offerta nel mercato dell'edilizia possono essere sintetizzati nella strutturazione di un processo espositivo, che integri i dati elaborati dalle tecnologie applicate al settore delle costruzioni, le sintetizzi e le renda fruibili e interpretabili dal pubblico più ampio possibile, considerando il tessuto produttivo regionale coinvolto (servizi collegati al comparto dell'edilizia, studi professionali, ditte immobiliari, imprese edilizie, ecc.). Le principali aree di intervento a supporto di questa traiettoria di evoluzione sono:

- *Internet of Things* e *Open data*: attraverso il supporto a strategie di integrazione dati resi disponibili da diverse fonti (es. reti di sensori).
- *Big Data* e *Business intelligence* per un processo edilizio trasparente: supporto alle strategie di raccolta, memorizzazione e gestione dei dati e il loro relativo accesso: vi è una specifica necessità, infatti, di implementare un *workflow* che porti dalla raccolta del dato fino alla sua fruizione; necessità di archiviazione di dati aggregati e interpretazione sul lungo periodo, estrapolando trend che vengono veicolati tramite nuove interfacce di comunicazione (dispositivi touch come smartphone e tablet) e network di pubblicazione web.

- Comunicazione digitale applicata all'edilizia: tecnologie a supporto della visualizzazione dei dati, che ne garantiscano una migliore e più veloce comprensione e interpretazione attraverso, ad esempio, l'utilizzo di tecniche di comunicazione digitale come visualizzazioni tridimensionali interattive dei componenti edilizi generati tramite database morfometrici su scala urbana (scansione laser tridimensionale, 3D modeling e realtà aumentata) al fine di rendere le informazioni maggiormente leggibili, trasferibili e fruibili nel mercato diffuso.
- Inclusività e interfaccia sociale: produrre e implementare tecnologie volte alla rappresentazione dell'applicazione tecnologica nel processo edilizio, strutturando funzioni e strategie che convogliano e aggregano elementi virtuosi tra le innovazioni disponibili tendendo ad evidenziare fattori di eccellenza e affidabilità del prodotto (interfacce web, GIS, realtà aumentata, strategie bottom up).

Le imprese immobiliari e le società di comunicazione che già operano nel settore attraverso strumenti tradizionali (prodotti editoriali e pubblicitario/promozionali/commerciali su supporto digitale e cartaceo), così come le associazioni dei consumatori e le cooperative di abitanti, costituiscono un anello molto importante del sistema, e dovranno essere coinvolte sia sul piano dell'aggiornamento tecnico,

sia in relazione alle strategie di programmazione e intervento delle PA.

Al fine di raggiungere gli obiettivi di innovazione proposti si ritiene prioritario realizzare le seguenti azioni di accompagnamento:

- Evoluzione del quadro tecnico-normativo e adeguamento dell'apparato tecnologico di supporto e formazione di tecnici capaci di operare sul sistema.
- Individuazione e coinvolgimento di partner attuativi sul territorio come attori del mercato.
- Integrazione di processi trasversali tra piattaforme tecnologiche della rete in termini di intercomunicabilità tra competenze su temi comuni.
- Adozione di tecnologie abilitanti già disponibili in altri settori.
- Efficientamento del processo, come strategia per incrementare il livello qualitativo del mercato.

**Gruppo di lavoro trasversale ICT · ICT cross-Team:**

Michele Colajanni, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia  
 Matteo Golfarelli, Università di Bologna  
 Marco Rocchetti, Università di Bologna  
 Danilo Montesi, Università di Bologna  
 Cesare Stefanelli, Università degli Studi di Ferrara  
 Nicola Tasselli, Università degli Studi di Ferrara  
 Maria Cristina Vistoli, INFN-CNAF

The current economic crisis and the subsequent impact on the real estate market require an analysis of the motivations which led to the progressive separation between demand and supply in terms of product features. One of the main critical points in the overall process controlling the construction industry and the real estate market consists in not informing the end user about available technologies. The present-day need for a relaunch of the industry requires adequate instruments to inform end customers as well as all actors involved about the processes and technological innovations that are being employed. For too long the product communication strategy of the construction industry

has been based on merely advertising the distribution features and the quality of the finish, rather than on the real quality of buildings; all their technical features and performance have been neglected almost completely, with no emphasis on the employed technology, above all, in terms of energy efficiency, structural safety and living comfort. The actors in the construction industry have not cared about giving their contribution to widen their clients' "technological culture" (as, on the other hand, has happened in other manufacturing chains), not knowing how to convey the data and specificity of the technological quality of buildings. It is necessary to aim to optimize the "information

circuit" between the main subjects playing a role in the entire process (clients, designers and construction companies) through innovative communication technologies. This communication should be accessible to public and private clients (public administration and citizens divided into categories of users), thus creating a "bridge" towards real estate companies, designers and construction companies. Besides achieving a transparent process and an easy access to market rules, implementing communication technologies in the construction sector will contribute to improving the level of participation and social inclusion of citizens – which is necessary to foster cultural

growth –, thus increasing their level of awareness and critical knowledge of all key factors in the market. A very important link in the system consists in the real estate companies and communication agencies that are already active in this sector through traditional means (editorial products and media/advertising/commercial products in digital form and on paper), in consumer organizations and residents' cooperatives; for this reason, they will need to be involved as far as both technical updating and public administration strategies for planning and intervention are concerned. In order to achieve the innovation goals that have been suggested, the following

supporting actions are considered primary:

- developing a technical and legal framework, updating supporting technologies and training technical staff to operate on the system;
- identifying and involving partners actively operating in the local market;
- integrating transversal processes belonging to different technological platforms in the network in terms of intercommunicability between competences on shared subjects;
- adopting enabling technologies already available in other sectors;
- improving the efficiency of the process, as a strategy to increase market quality level.

# Urban mining

## Urban mining

Dal recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione ai nuovi modelli di business per la riqualificazione dell'esistente

From the recycling of construction and demolition debris to new business models for existing building stock requalification

Una delle principali sfide odierne per il settore delle costruzioni è rappresentata dalla riqualificazione dell'esistente attraverso la sostituzione di edifici obsoleti ed energivori valorizzandone tutti i materiali di smantellamento (i cosiddetti rifiuti da costruzione e demolizione, C&D); una migliore gestione del cantiere al fine di minimizzare gli impatti ambientali e massimizzare l'uso delle risorse, ridefinire il tipo di rifiuto e quindi la gestione delle discariche edili. L'obiettivo è quello di aumentare il tasso di recupero di materiali provenienti da rifiuti C&D, raggiungendo la quota di riciclaggio globale del 70%, e favorire lo sviluppo economico e i vantaggi ambientali connessi con il trattamento dei rifiuti. I tassi di tali rifiuti variano notevolmente in tutta Europa e gli ostacoli a un maggiore riutilizzo è di natura tecnica, economica e pratica. Uno degli ostacoli principali nella creazione di una cultura del riciclo nel settore delle costruzioni è che gli edifici sono difficilmente abbattuti e laddove possibile essi vengono demoliti e non smantellati. Questo porta alla produzione di rifiuti non segregati e indifferenziati, spesso smaltiti in discarica senza avere la possibilità di recuperare pregiati materiali riciclabili quali: metalli, inerti, cemento, mattoni, cartongesso, vetro e legno. La strategia territoriale deve puntare a un approccio comune per il settore delle costruzioni nel suo complesso per un migliore recupero dei rifiuti

C&D, rivolti principalmente alla riqualificazione e al recupero del patrimonio edilizio esistente, alla rigenerazione, demolizione e ricostruzione, nel settore turistico, abitativo, per il retrofit del parco di edifici pubblici, residenziali e non residenziali. La traiettoria proposta inoltre ha una ricaduta importante nello sviluppo di impianti meccanici di trattamento mobili o modulari in grado di elaborare diversi minerali industriali e aggregati, contribuendo alla creazione di simbiosi industriale con le reti di imprese del settore delle costruzioni. Infatti, le tecnologie convenzionali per il trattamento dei minerali industriali sono basate sul concetto secondo cui una tecnologia viene utilizzata per l'ottimizzazione di un singolo minerale con minima incorporazione di rifiuti provenienti da simili operazioni di trattamento dei minerali o rifiuti urbani. La sfida è quella di sviluppare nuovi processi e tecnologie in grado di trattare diversi minerali senza sprechi. Un'altra sfida consiste nell'attivazione di processi intensivi altamente energetici per frantumazione e il successivo trattamento termico dei minerali. L'unica architettura sostenibile è il riuso, il recupero, la riqualificazione: *costruire senza costruire*, cioè rigenerare. Oltre al livello regionale questo sviluppo pone la base sulle possibilità reali di esportazione italiane ed estere, soprattutto in chiave di restauro

# cantiere · riciclo · processo edilizio sostenibilità · demolizione riuso · recupero · riqualificazione costruzione & demolizione impatto ambientale

building site · recycle · construction process  
sustainability · demolition · reuse · recovery  
requalification · construction & demolition  
environmental footprint

scientifico del sistema degli edifici storici, settore in cui l'Italia vanta un riconoscimento internazionale.

Il mercato dei materiali rigenerati/recuperati per l'edilizia raddoppierà, lo rileva il rapporto di Navigant Research. Il mercato degli edifici verdi cresce e matura, così come il mercato dei materiali da costruzione verdi. Materiali e componenti, non solo per la struttura ma anche per le finiture interne, contribuiscono alla prestazione dell'edificio e soprattutto alla sua qualità e comfort.

In regione il Piano Energetico Regionale (PER), in diretto rapporto con la l.r. 26/2004 (disciplina della progettazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia), e la l.r. 6/2009 (pianificazione territoriale e urbanistica sostenibile), la legge 339, interventi urgenti per il rilancio dell'economia e la riqualificazione energetico-ambientale del patrimonio edilizio, definiscono la direzione per il 2020.

Nell'ottica di investire in gestione e manutenzione, gli ACER (Azienda Casa Emilia-Romagna) potranno

sperimentare un percorso di recupero edilizio e nuovi modelli di business associati (come ad esempio un nuovo housing sociale). In generale, dovranno essere affrontati i temi legati ai nuovi modelli di business connessi alla riqualificazione dell'esistente.

Gli impatti di queste azioni sono stimate a livello europeo in: tasso di recupero del 95% del legno di demolizione (che conseguentemente contribuisce a diminuire la pressione sulla disponibilità di legno causata da bio-energia); tasso di recupero di inerti superiore all'80% dal 40% attuale; gli aggregati sono di gran lunga la materia prima più usata al mondo, ma solo il 6,1% della domanda EU totale deriva da C&D. Aumentare l'uso di vetro riciclato nelle industrie, inoltre, non solo aiuta a risparmiare le risorse naturali, ma contribuisce anche a ridurre il consumo di energia e le emissioni di CO<sub>2</sub> dei siti produttivi, così come un grande vantaggio deriverà dall'aumento della percentuale di metalli estraibili dai C&D.

Tra gli indirizzi di innovazione che può assumere la traiettoria si evidenziano:

- applicazione delle tecniche di smantellamento piuttosto che di demolire l'edificio per consentire la selezione e il riciclo dei rifiuti C&D per il riutilizzo nel processo produttivo. Tra le tecnologie e i settori produttivi coinvolti: macchinari per l'edilizia, logistica cantieri, macchinari per la separazione dei materiali, ecc.;
- separazione degli scarti di demolizione e di ritrattamento dei rifiuti C&D per soddisfare le specifiche di mercato, inclusa l'innovazione dei processi di produzione per assorbire i materiali riciclati;
- impianti flessibili e mobili per l'estrazione dei metalli e altri materiali dai rifiuti C&D. Nuovi approcci che utilizzano tecnologie non convenzionali o ibride anche in grado di essere implementate attraverso unità/impianti mobili o modulari che potrebbero offrire soluzioni flessibili ed economicamente sostenibili;
- realizzazione di materiali e componenti che sfruttano l'inerzia data dal materiale di scarto "macinato" e riciclato.

I soggetti coinvolti nel processo globale collegato all'Urban mining sono in particolare le imprese del settore Costruzioni del comparto dei macchinari per l'edilizia, il cantiere e la movimentazione della terra, oltre alle industrie che si occupano di riciclo e produzione di materiali e componenti innovativi.

L'azione potrebbe avere una forte sinergia con i processi di standardizzazione, come ad esempio la possibilità di classificazione dei rifiuti C & D come materiali da costruzione.

Questa azione potrebbe accrescere la coscienza, a livello europeo, sulle materie prime agendo sulla trasparenza delle informazioni UE.

L'impatto più rilevante è collegato ai "rifiuti zero" nella trasformazione delle materie prime e al miglioramento dell'efficienza energetica di trasformazione almeno del 20%.

**Gruppo di lavoro trasversale Ambiente  
Sostenibilità · Environment Sustainability cross-Team:**

Flavio Bonfatti, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia  
Paolo Cagnoli, ARPA  
Carmela Cellamare, ENEA  
Gianluca D'Agosta, ENEA  
Achille De Battisti, Università degli Studi di Ferrara  
Piero De Sabata, ENEA  
Maria Litido, ENEA  
Nicola Marchetti, Università degli Studi di Ferrara  
Michele Monno, MUSP  
Paolo Rava, Università degli Studi di Ferrara  
Federica Rossi, CNR-IBIMET  
Maria Stella Scandola, Università di Bologna  
Paola Vecchia, CRPA  
Fabio Zaffagnini, CNR-ISMAR

Nowadays one of the main challenges in the construction industry lies, on the one hand, in requalifying existing buildings by substituting those which are obsolete and energy-consuming while making the most of all construction and demolition debris (C&D) recovery; on the other, in improving building site management in order to minimize its environmental footprint and maximize the use of resources, redefine the types of waste and, consequently, reorganize landfills. The goal is to increase the recovery rate of materials from C&D debris, reaching the overall recycling share of 70%, and foster the economic development and environmental advantages connected to waste treatment.

The recycling rate of this type of waste varies considerably all over Europe and the obstacles to higher reuse are of a technical, economic and practical nature. The main obstacle to recycle culture in the construction industry is due to the fact that buildings are rarely torn down and, wherever it is possible, they are demolished, not dismantled. This causes the production of unsegregated, unsorted waste, often disposed of in landfills with no possibility to recover precious, recyclable materials such as metals, aggregates, cement, bricks, gypsum plasterboard, glass and wood. The territorial strategy should aim to a shared approach in the construction industry as a whole to foster a better

recovery of C&D debris; the goal of this approach should mainly consist in the requalification and renovation of building stock through regeneration, demolition and reconstruction, whether for tourism or residential purposes, or to retrofit residential and non-residential public buildings. Moreover, the suggested trajectory bears important consequences in the development of mobile or modular mechanical treatment plants capable of processing different industrial minerals and aggregates, thus making a contribution to create an industrial symbiosis with enterprise networks in the construction industry. Conventional technologies for the treatment of industrial minerals are indeed based

on the concept of employing technology to optimize a single mineral with only a minimum inclusion of waste from similar treatments of minerals or municipal waste. The challenge lies in developing new processes and technologies capable of treating different minerals, thus avoiding spoilage. Another challenge consists in activating high-energy intensive processes for mineral grinding and subsequent thermal mineral treating. Among different innovative pathways, we can highlight the following:  
- preferring dismantling techniques to demolition so as to select C&D debris, recycle it and reuse it in the production process. This will involve, among others, the following technologies and

production sectors: building machinery, building site logistics, materials sorting machines, etc.;

- demolition scrap sorting and C&D debris retreatment to meet market specifications, including the innovation of production processes to employ recycled materials;
- flexible and mobile plants for the extraction of metals and other materials from C&D debris: new approaches employing non-conventional or hybrid technologies which may also be implemented through mobile or modular units/plants providing economically sustainable, flexible solutions;
- creating material and components based on the inertia of scrap material, "ground" and recycled.

# Gestire l'energia nelle città

## Town energy management

Ridurre i consumi, rigenerare e costruire  
edifici efficienti e generare energia pulita

Reduce energy consumption, regenerate  
and build efficient buildings, and produce clean energy

La costruzione, l'esercizio e la dismissione degli edifici sono fra le attività umane a più forte incidenza sulle risorse naturali non rinnovabili. Il 50% delle materie prime sono consumate nelle costruzioni, il 42% dei consumi energetici dipendono dagli attuali sistemi di climatizzazione (riscaldamento, condizionamento e acqua calda sanitaria) e di illuminazione degli edifici e delle città. I consumi energetici rappresentano la principale voce di spesa nella manutenzione/gestione degli edifici: il consumo energetico specifico di un edificio diventa un parametro cruciale della qualità del manufatto, insieme alla riduzione dei costi complessivi di esercizio e manutenzione. In termini di impatto ambientale, gli edifici esistenti contribuiscono per oltre il 40% alla produzione di gas serra. L'attuale scenario impone la limitazione del consumo del suolo, la realizzazione di un sistema energetico sostenibile e competitivo per affrontare la scarsità di risorse, l'incremento dei fabbisogni, in particolare quelli energetici, e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Assume quindi un'importanza strategica per il settore delle Costruzioni rigenerare e costruire edifici e reti infrastrutturali che puntino nel breve periodo a ridurre a quasi zero l'energia consumata e nel medio periodo a produrre energia pulita per la città e l'ambiente esterno.

Programmi di rigenerazione, riqualificazione degli edifici esistenti e realizzazione di nuovi edifici ad alta efficienza permetteranno una significativa riduzione dei consumi di energia negli edifici e nelle aree urbane. Nuove tecnologie impiantistiche, nuovi materiali ad elevate prestazioni e nuove concezioni progettuali degli edifici in chiave "smart" saranno in grado di provvedere alle esigenze energetiche mediante l'uso di energia autoprodotta e accumulata da fonti rinnovabili e l'applicazione di tecnologie ICT.

Il mercato della rigenerazione e costruzione in Emilia-Romagna richiederà nuovi materiali, nuove tecnologie e sistemi costruttivi integrati e più prestanti e durevoli. Le esigenze degli utenti e quelle indotte da nuove normative sulle prestazioni energetiche e acustiche impongono standard severi e richiedono alla ricerca e alle imprese del settore lo sviluppo di tecnologie specifiche e materiali più performanti, che permettano di rispondere ai requisiti con soluzioni efficienti ed economiche.

Tra le azioni strategiche prioritarie individuate vi sono:

- nuove soluzioni integrate tra involucro e impianti per la riqualificazione energetica e il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e delle città;

impatto ambientale  
risparmio energetico  
energie rinnovabili  
cambiamenti climatici · ICT  
smart grid · energia zero  
rigenerazione urbana  
environmental footprint  
energy saving · renewable energy  
climate change · ICT · smart grid  
zero energy · urban regeneration

- nuovi sistemi di gestione e controllo degli impianti termici e di illuminazione per la riqualificazione energetica di edifici esistenti e per le migliori prestazioni energetiche dei nuovi edifici;
- sistemi innovativi di controllo e gestione dati a distanza, integrabili e interoperabili per garantire la funzionalità e la sicurezza, e nuovi strumenti e soluzioni per il monitoraggio e il controllo di sistemi di involucro innovativi (doppia pelle, chiusure trasparenti e opache, ecc.) per la riduzione dei carichi energetici;
- nuovi strumenti e sistemi basati sull'ICT per ottimizzare il servizio di gestione e manutenzione programmata degli edifici e per la gestione in remoto di cantieri di recupero e ristrutturazione edilizia;
- nuovi strumenti e dispositivi per il monitoraggio e procedure semplificate a supporto della diagnosi

- energetica e della valutazione dei costi/benefici e delle possibili scelte tecnologiche ecosostenibili negli interventi di riqualificazione energetica;
- realizzazione di infrastrutture tecnologiche di rete;
  - sviluppo di sistemi e strumenti per una valutazione energetica speditiva dell'esistente;
  - interventi esemplari a diverse scale sul territorio regionale riguardanti sia l'applicazione di tecnologie edilizie che impiantistiche fra loro integrate energeticamente efficienti e a ridotto carico ambientale;
  - implementazione di sistemi per il miglioramento della biodiversità in area urbana integrati con la gestione della risorsa idrica (tetti verdi, sistemi fitodepurativi, gestione naturale delle acque di runoff).

A livello regionale, pur essendo il sistema costituito da diversi punti di forza (quali reti, aggregazioni



per lo sviluppo di grandi programmi a forte impatto di innovazione tecnologica, significativa presenza di imprese del settore piccole e grandi con forte specializzazione tecnologica, articolazione di imprese produttrici di materiali e imprese industriali produttrici di macchinari ed attrezzature ed impianti per realizzare prodotti e componenti edili), il processo di sviluppo e innovazione del settore specifico di Traiettorie è rallentato da alcune situazioni congiunturali che comprendono: elevata dipendenza energetica dalle fonti tradizionali; elevata pressione dello sviluppo urbano sull'ambiente; scarsa valorizzazione delle risorse rinnovabili FER e scarsa conoscenza delle innovazioni di materiali, componenti, sistemi innovativi e potenzialità dei sistemi integrati edificio/impianto. Di fatto, miglioramento della qualità di vita dei cittadini e della qualità ambientale del territorio regionale, risparmio dei consumi energetici e riduzione delle emissioni nocive, prospettiva di forte crescita delle soluzioni tecnologiche edili integrate con nanoscienze e ICT rappresentano non solo opportunità che lo sviluppo della Traiettorie consentirebbe ma anche auspicabili traguardi in termini di sostenibilità, crescita dei settori della rigenerazione, riqualificazione, recupero e restauro degli edifici, delle reti e delle città, nuove opportunità di realizzare nuovi servizi innovativi e avanzati, incremento occupazionale qualificato e formazione di nuove figure tecniche specializzate,

innescando crescita delle imprese regionali produttrici di materiali e componenti ecosostenibili e con prestazioni di eccellenza, apertura a nuovi mercati a livello internazionale, aumento delle aree di cooperazione fra imprese e centri per la creazione di conoscenza e il suo trasferimento nei processi produttivi.

In tal senso si ritengono cruciali i seguenti fattori:

- sviluppo di strumenti innovativi di finanziamento di interventi basati sulla riduzione dei consumi e l'efficienza energetica T.P.F. (Third Party Financing) e per il risparmio e riuso dell'acqua negli edifici civili;
- nuove procedure semplificate per la determinazione della durabilità e del ciclo di vita degli edifici nuovi ed esistenti a supporto degli interventi di riqualificazione energetica;
- nuovi strumenti di supporto decisionale all'analisi costi/benefici delle infrastrutture tecnologiche di rete;
- strumenti e procedure semplificate per la progettazione e la valorizzazione delle prestazioni integrate edificio/impianto;
- consolidamento delle strutture di R&S e valorizzazione della complementarità sinergica di competenze limitando le proliferazioni e sovrapposizione di progetti di ricerca e soggetti, concentrandosi sugli ambiti di maggiore significatività per le ricadute sullo sviluppo economico del territorio regionale.

Constructing, using and demolishing buildings are among the human activities bearing a higher impact on non-renewable natural resources. 50% of raw materials are consumed in the construction process, 42% of energy consumption depend on current climatization systems (heating, air conditioning and sanitary water heating), building lighting and city lighting. Energy consumption represents the main expenditure item in building maintenance/management: specific energy consumption becomes a crucial parameter to evaluate the quality of a building, together with overall operations/maintenance costs. In terms of environmental

footprint, existing buildings contribute to over 40% of greenhouse gas production. The current scenery requires to reduce land consumption, and create a sustainable, competitive energy system capable of facing the shortages of resources, the increase of needs – energy in particular – and adaptation to climate change. Therefore, it is strategically important for the construction industry to regenerate and build infrastructure networks and buildings aiming to reduce consumed energy almost to zero in the short term, and produce clean energy for urban areas and external environments. The programs of regeneration and renovation of existing

building stock and the construction of new, high-efficiency buildings will allow a considerable reduction in energy consumption in buildings and urban areas. New plant technologies, new high-performance materials, and new, "smart" designing concepts will be able to meet energy needs by self-producing and accumulating energy from renewable sources and employing ICT technologies. Emilia-Romagna regeneration and building market will require new materials, new technologies and more efficient, more durable, integrated building systems. The needs of users and the requirements of new regulations concerning

energy efficiency and acoustic performances impose severe standards and require that both research and enterprises in the industry develop specific technologies and better performance materials, in order to meet the requirements by means of efficient and economical solutions. In fact, an improvement in the quality of life of citizens and the quality of environment in the region, a decrease in energy consumption and harmful emissions, and a perspective of steady growth of building technology solutions integrated with nanosciences and ICT would be not only an opportunity for development the Trajectory ensures, but also a goal

causing desirable effects: improved sustainability; a growth in the sectors of the regeneration, requalification, renovation and restoration of buildings, networks and urban areas; new opportunities to create innovative, advanced regional services; an increase in qualified employment; the training of new, specialized technical professionals. This would trigger the growth of local companies producing ecosustainable materials and components granting performance excellence, the opening of new international markets, an increase in the cooperation between enterprises and knowledge centers, and knowledge transfer to production processes.

# Accessibilità, comfort e smart automation degli ambienti abitativi e pubblici

## Accessibility, comfort and smart automation in residential and public environments

L'uso sinergico di sensori, wired e wireless a costo sempre decrescente, di attuatori per automatizzare operazioni di gestione dinamica di ambienti abitativi e pubblici, e di reti/protocolli di comunicazione wired e wireless sta rendendo lo scenario "Smart Home and Smart Public Building" (SH&SPB) sempre più realizzabile, anche dal punto di vista della sostenibilità economica. Grazie alla ricerca e alle esperienze di trasferimento tecnologico e industrializzazione già effettuate, ora l'ecosistema delle soluzioni di base comincia a essere maturo per una ampia penetrazione di mercato con notevole impatto economico e sociale.

Il potenziale di innovazione, trasferimento tecnologico, impatto economico e impatto sociale di SH&SPB sul territorio è notevole, anche data la ricchezza di sottofiloni correlati a questa macrotematica:

- piena accessibilità context-aware dell'ambiente abitativo e pubblico, con particolare riferimento a cittadini con abilità differenziate che possono beneficiare di operazioni assistite da sensori e attuatori per l'interazione facilitata con l'ambiente abitato (Ambient Assisted Living);
- "smart comfort", e-Health e wellness personalizzati, tramite gestione integrata e adattiva dei principali impianti domestici in base alla presenza e alle abitudini dei loro abitanti e tramite varie forme di monitoraggio e diagnosi remota delle condizioni di salute/benessere;

- gestione ottimizzata degli impianti domestici e di ambienti pubblici a fini di efficienza (gestione dell'illuminazione tramite regolazione finestre e oscuranti, del condizionamento, informazioni sulla microgenerazione o sul consumo locale di energia, gestione intelligente delle acque di pioggia o grigie a scopo di riuso, ecc.);
- SH&SPB come parte di una comunità intelligente, collaborativa e inclusiva, a livello di isolato, quartiere, città. Si consideri ad esempio la possibilità di sfruttare la sinergia fra costruzioni smart "vicine" per ottimizzare processi come microgenerazione/consumo locale di energia, ma anche per stimolare relazioni sociali inclusive e conseguenti servizi collaborativi (come car pooling/sharing, messaggistica e social networking "locali", gestione coordinata della sicurezza, ecc.).

Questi esempi mostrano il notevole impatto potenziale di SH&SPB in termini di impatto sociale sui beneficiari finali (cittadini e micro-comunità locali di cittadini). Inoltre l'impatto economico in termini di business sarebbe particolarmente rilevante per il territorio regionale, visto l'ecosistema di aziende già operanti in settori correlati e le eccellenze a disposizione.

Le priorità strategiche di ricerca, sviluppo, innovazione e trasferimento tecnologico su cui porre l'accento nei prossimi anni includono:

- facilità di integrazione e interoperabilità. Un

ICT · inclusione sociale  
smart home · accessibilità · sfide sociali  
innovazione · ambient assisted living  
diagnosi remota · sensoristica  
impiantistica · life cycle management  
ICT · social inclusion · smart home  
accessibility · social challenges · innovation  
ambient assisted living  
remote diagnostic · sensoristics  
plant engineering · life cycle management

notevole freno al mercato del settore è stato sinora la difficoltà di integrare sensori, attuatori e soluzioni software provenienti da sviluppatori differenti;

- riduzione dei costi. Uno stimolo iniziale importante alla crescita del mercato può essere dato dalla riduzione dei costi di installazione, operatività e gestione di impianti SH&SPB. Questa riduzione si ottiene con la realizzazione di economie di scala, con lo stimolo della concorrenza abilitata da vera interoperabilità e facile integrazione fra prodotti multi-vendor e con la disponibilità di piattaforme software open-source per l'integrazione di sensori, attuatori, applicazioni *ad hoc* e applicazioni esistenti a larga diffusione. Inoltre, tecnologie che abilitino vantaggi economici anche in termini di minori consumi di risorse (energia, acqua),

microgenerazione di energia e ottimizzazione della sua gestione nelle varie fonti disponibili possono agire da efficaci stimoli;

- piena e semplice accessibilità, con ampio coinvolgimento degli utenti finali. Risulta cruciale la capacità di far percepire i vantaggi dell'adozione delle soluzioni tramite valutazioni economiche e valutazioni di incremento della qualità della vita. A tal fine, anche l'accesso tramite dispositivi di uso comune e semplice, come smartphone e tablet, può agire da incentivo significativo;
- scalabilità. L'utilizzo di soluzioni SH&SPB in scenari di comunità anche ampie di costruzioni (ad es. a livello di città metropolitana) può generare importanti moli di dati che vanno sfruttati in modo sinergico, con costi limitati e spesso entro intervalli temporali relativamente

stretti. Le esigenze sono analoghe a quelle di scenari smart city in ambienti di deployment di larga scala (distribuzione geografica, migliaia di nodi partecipanti, ciascuno con potenziale generazione di grandi quantità di dati tempo-continui) per l'estrazione di conoscenza.

Queste quattro direzioni di ricerca e innovazione possono generare effetti enormemente positivi per lo sviluppo economico del settore, agendo l'un l'altra come volano in retroazione positiva, producendo così ulteriori riduzioni di costo grazie allo sfruttamento di economie di scala, cruciali in questo settore.

Affinché gli obiettivi individuati siano ottenuti in modo efficace ed efficiente è necessario facilitare un processo di innovazione che consideri attentamente le specificità regionali, le caratteristiche attese degli investimenti pubblici e privati nel settore, nonché le caratteristiche dell'ecosistema di imprese operanti in Regione e del loro mercato. Di conseguenza, si ritengono cruciali alcuni fattori:

- le funzionalità di SH&SPB devono potersi applicare non solo a nuove costruzioni, ma soprattutto, in modo economicamente efficace, a situazioni di recupero e di rigenerazione di costruzioni esistenti;
- in particolare le funzionalità di efficientamento della gestione energetica in senso lato e di interazione collaborativa come comunità di smart building richiedono un'opportuna evoluzione del quadro normativo e tecnico, in modo da facilitare

l'integrazione di nuove costruzioni smart e il processamento di informazioni provenienti da sorgenti eterogenee;

- devono essere messe a fattor comune le esperienze positive e la ricca storia di comunicazione, inclusività e partecipazione allargata tipiche della Regione, per abilitare al massimo livello le funzionalità di comunità di smart building. Per incrementarne l'impatto, infatti, la partecipazione degli utenti finali deve raggiungere una massa critica minima, che nel contesto regionale può essere ottenuta più facilmente grazie allo sfruttamento di best practice sviluppate nel recente passato, anche in termini di collaborazioni di innovazione fra aziende coinvolte nel settore e di azioni mirate di comunicazione;
- le funzionalità smart identificate devono essere considerate come fattore centrale per l'efficientamento del processo di gestione e manutenzione delle costruzioni all'interno del loro ciclo di vita (Life Cycle Management).

La raggiungibilità di tali obiettivi in ambito regionale è rafforzata dal buon mix di competenze ed esperienze già disponibili sul territorio. Inoltre, diverse realtà regionali hanno collaborato in molteplici progetti correlati (nazionali e internazionali) di ricerca, sviluppo e innovazione, attivi o terminati da breve tempo. Questi progetti hanno consentito anche di sviluppare importanti competenze locali e di creare contatti industriali e di ricerca con player di rilevanza internazionale nel settore.

The scenery of "Smart Home and Smart Public Building" (SH&SPB) is becoming more and more feasible, also in terms of economic sustainability, by means of the synergistic use of technology such as wired and wireless sensors whose cost is progressively decreasing, actuators to automatize dynamic management operations in residential and public environments, and wired/wireless communication protocols. Thanks to the research and the experiences of technology transfer and production already carried out, the ecosystem of core solutions is becoming ready for a wide penetration in the market, bearing a considerable

economic and social impact. The potential of SH&SPB in terms of innovation, technology transfer, economic and social impact on the territory is remarkable, considering how rich in subthemes the main subject is:

- full, context-aware access to residential and public environment, with special reference to citizens with different abilities;
- "smart comfort", e-health and wellness services personalized by means of an integrated, adaptive management of household systems;
- optimized management of household systems and public environments to improve efficiency;

- SH&SPB as a part of a smart, collaborative, inclusive community at a block, district, and town level.

In the next years, the strategic priorities to focus on concerning research, development, innovation and technology transfer include the following:

- easy integration and interoperability;
- cost reduction;
- full and easy access, with wide involvement of end users;
- scalability.

These four directions of research and innovation can generate extremely positive effects for the economic development of the industry, behaving as a reciprocal

driving force in positive retroaction, thus producing further cost reduction by exploiting economies of scale, which are crucial in the industry.

In order to reach the set goals effectively and efficiently, it is necessary to facilitate an innovation process which carefully takes into consideration local peculiarities, the characteristics of expected public and private investments in this sector, as well as the features of the ecosystem of enterprises operating in the region and their markets. Consequently, the following factors are crucial:

- SH&SPB functionalities need applying not only to

new constructions, but, above all, to the renovation and regeneration of existing buildings, in an economically efficient way;

- a suitable evolution of regulations and technical solutions in order to facilitate the integration of new smart buildings;
- the necessity to share the positive experiences and the rich history of communication, inclusivity and extended participation typical of the region;
- the smart functionalities which have been identified must be considered a core factor in making building management and life cycle maintenance (Life Cycle Management) a more efficient process.

# Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile

## Technologies and materials for regeneration and sustainable development

In quanto consumatori di grandi quantità di risorse non rinnovabili (suolo, acqua, energia e materiali) e grandi produttori di emissioni e di rifiuti, la costruzione e il mantenimento in esercizio degli edifici sono fra i principali generatori di impatti ambientali sull'ecosistema, tanto in ambito locale che a scala globale.

Nel quadro delle politiche a sostegno dello sviluppo sostenibile, la riduzione degli impatti ambientali dovuti alla produzione e all'utilizzo degli edifici costituisce una priorità per la UE e si affianca alle specifiche misure finalizzate al contenimento dei consumi energetici in esercizio.

Inoltre, il Regolamento Reg (UE) 305/11 CPR modifica sostanzialmente le procedure per marcatura CE dei prodotti da costruzione, fino ad ora disciplinate dalla Direttiva 89/106 del Consiglio, e sancisce l'obbligo di conformità delle opere edilizie al nuovo requisito essenziale "uso sostenibile delle risorse naturali".

Dal 1° luglio 2013 i prodotti da costruzione potranno essere immessi sul mercato solo se accompagnati da una Dichiarazione di prestazione (Dop) con cui il produttore dovrà dichiararne non solo la conformità alle norme tecniche, ma anche le specifiche prestazioni fornite.

Oltre a questo obbligo, il Regolamento - cogente in tutti gli Stati membri - aumenta da 6 a 7 i requisiti essenziali delle opere edili e d'ingegneria, introducendo il requisito di utilizzo sostenibile delle

risorse naturali secondo cui "le opere di costruzione devono essere concepite, realizzate e demolite in modo che l'uso delle risorse naturali sia sostenibile e garantisca in particolare:

- il riutilizzo o la riciclabilità delle opere di costruzione, dei loro materiali e delle loro parti anche dopo la demolizione;
- la durabilità nel tempo delle opere di costruzione;
- l'uso, nelle opere di costruzione, di materie prime e secondarie ecologicamente compatibili".

La prospettiva di evoluzione è chiaramente delineata e in molti comparti i competitori sul mercato europeo appaiono avvantaggiati. Ciò richiede la messa a punto e la rapida introduzione nella pratica operativa di prodotti, tecnologie e sistemi costruttivi in grado di ridurre in misura significativa l'impatto ambientale dei processi edilizi, e di metodiche riconosciute e condivise con cui attestarne il livello conseguito.

Fra le azioni potenzialmente in grado di intervenire sulle criticità più acute, alcune dinamiche di innovazione appaiono oggi più promettenti e fattibili, proponendosi quindi come ambiti su cui puntare prioritariamente, anche in relazione alle risorse scientifiche e tecnologiche disponibili in ambito regionale:

- materiali da costruzione, con due obiettivi complementari: la produzione di materiali, componenti e sistemi costruttivi realizzati con processi a basso impatto, con ridotti livelli di

risparmio energetico  
impatto ambientale  
energie rinnovabili  
cambiamenti climatici  
green economy  
sostenibilità · riuso  
demolizione · durabilità  
energy saving  
environmental footprint  
renewable energy · climate change  
green economy · sustainability  
reuse · demolition · durability

energia incorporata ed elevata riciclabilità a fine vita ed elevati standard funzionali; lo sviluppo di componenti in grado di ridurre i consumi di risorse rinnovabili (acqua, energia) e le emissioni prodotte dagli edifici in cui tali componenti verranno incorporati.

Le direttrici di innovazione emergenti sono:

- materiali e componenti edilizi con basso impatto di processo: a matrice rinnovabile, ad elevato contenuto di residui riciclati, a filiera produttiva corta (componenti da rivestimento, finitura e isolamento realizzati con materiali di origine vegetale e residui del settore agroalimentare; reimpiego di macerie da demolizione e di rifiuti di vetro per riempimenti e come inerti in conglomerati, materiali ceramici ad elevato contenuto di residui riciclati);
- materiali e componenti con prestazioni

energetiche e funzionali sensibilmente incrementate: elementi di involucro edilizio con proprietà di isolamento termico e riflettanza migliorate, componenti con captatori di energia solare integrati, materiali a cambiamento di fase, sistemi costruttivi leggeri di involucro ad attenuazione dell'onda termica migliorata (vetri e ceramici a superficie funzionalizzata e/o nanomodificata, ceramici multistrato, laterizi da muro a ridotta conducibilità termica ed elevate prestazioni meccaniche, serramenti e sistemi di facciata ad elevata efficienza energetica ed elevato potere di attenuazione della radiazione solare incidente);

- materiali e componenti a ridotta manutenzione e facilmente riciclabili a fine vita: rivestimenti ad applicazione e rimozione facilitate; rivestimenti con superfici autopulenti, vernici e protettivi ad

- elevata durabilità (piastrelle, ceramiche, vetri, intonaci e malte da finitura, vernici e impregnanti per legno, materiali cementizi con uso di nanoparticelle per incrementare le prestazioni di durabilità, di pulibilità, di idrorepellenza);
- tecnologie specifiche per il recupero e la manutenzione dell'esistente: la prospettiva di evoluzione punta a rendere più rapide, economiche e di semplice esecuzione le attività di riqualificazione degli edifici esistenti, facilitandone l'adeguamento ai livelli prestazionali richiesti, con l'adozione di tecniche efficienti e appropriate. Le direttrici di innovazione emergenti sono:
    - strumenti e metodiche per la diagnostica e la modellazione accurata del comportamento in servizio: strumenti per la diagnostica non distruttiva delle prestazioni energetiche, meccaniche e di tenuta all'aria di elementi di involucro in opera, strumenti per la rapida esecuzione e restituzione di rilievi metrici di precisione (sensori e software, apparecchiature per prove in opera, laser e applicazioni di optoelettronica, metodiche di verifica delle prestazioni in esercizio di materiali funzionalizzati/nano modificati);
    - attrezzature di cantiere, utensili e mezzi d'opera di ridotta dimensione, elevata precisione e ridotte emissioni di polveri, rumori, inquinanti; mezzi d'opera semoventi e dispositivi di movimentazione e sollevamento miniaturizzati; utensili da taglio e foratura di precisione.

La disponibilità di metodiche e metriche condivise per l'attestazione del livello di sostenibilità di prodotti e manufatti edilizi costituisce la criticità più rilevante. La presenza di numerosi sistemi di valutazione già disponibili e utilizzati, seppure ancora molto limitatamente, suggerisce di puntare sulla definizione di criteri di equivalenza dei risultati determinati con le diverse metodiche, piuttosto che sulla selezione di un solo sistema di rating.

Gran parte delle soluzioni innovative che appaiono più promettenti richiedono di essere alimentate da una pluralità di competenze complementari, detenute da soggetti diversi. La necessità di un elevato livello di cooperazione fra produttori industriali di diversi settori, imprese di costruzione e installazione, università e centri di ricerca costituisce una seconda criticità, a causa della complessa organizzazione del processo di ricerca, sviluppo e sperimentazione che ne deriva, particolarmente nel caso delle PMI. La definizione sperimentazione di forme più efficaci di cooperazione su specifici programmi di ricerca applicata potrebbe costituire un elemento di accelerazione nella produzione di risultati di rilievo. Le competenze tecnico-scientifiche richieste sono invece in larga parte disponibili in ambito regionale, con, in alcuni settori, presenze di assoluta eccellenza tanto in ambito scientifico-tecnologico che industriale (ceramica, laterizi, malte, adesivi e collanti, meccanica e macchine, microelettronica e sensoristica).

Since building construction and operations activities consume high quantities of non-renewable resources (land, water, energy and materials) and produce high quantities of emissions and waste, theirs is one of the largest environmental impacts, on a local and global scale. Within the framework of policies fostering sustainable development, reducing environmental footprints due to building construction and operations is among EU priorities and supports specific measures to limit operational energy consumption. Moreover, Reg (EU) 305/11CPR regulations substantially modify EC-marking procedures for building materials – previously governed by

Council Directive 89/106 – and stipulate that buildings must be compliant with the essential requirement of a "sustainable use of natural resources". Starting July 1st, 2013, it will be possible to place on the market only construction products accompanied by a Declaration of Performance (Dop) in which manufacturers declare not only the conformity to technical regulations, but also the specific performance of their products. Besides this obligation, the regulations – mandatory for all member States – increase the number of essential requirements of construction and civil engineering works from 6 to 7, by adding sustainable use of natural resources;

according to this requirement, "the construction works must be designed, built and demolished in such a way that the use of natural resources is sustainable and in particular ensure the following:

- reuse or recyclability of the construction works, their materials and parts after demolition;
- durability of the construction works;
- use of environmentally compatible raw and secondary materials in the construction works."

The evolution pathway is clearly defined and, in several sectors, competitors on the European market seem to be in advantage. This requires to act on operational practice by fine-tuning and quickly introducing

both products, technologies, construction systems capable of considerably reducing the environmental footprint of construction processes, and acknowledged, shared methodologies to certify the achieved level. Among the measures potentially capable of acting on severe critical issues, some innovation dynamics seem to be more promising and more feasible, thus becoming a primary goal, also with reference to the scientific and technological resources available in the regional context:

- construction materials, with two complementary goals: manufacturing materials, components and construction systems

by means of low-impact processes, reduced levels of incorporated energy, high end-of-life recyclability and high functional standards; developing components capable of reducing renewable resource consumption (water, energy) and decreasing the emission of the buildings in which they will be employed;

- specific technologies for renovating and maintaining existing buildings: prospective evolution aims to make the regeneration of existing buildings quicker, more economical and easy to carry out, thus facilitating the process of upgrading them to required performance levels by means of appropriate, efficient technology.



# Materiali sostenibili ed ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni

## Sustainable, eco-compatible materials and new functionalizations

La traiettoria tecnologica relativa ai materiali sostenibili ed ecocompatibili o con nuove funzionalizzazioni risulta particolarmente strategica non solo per il potenziale eco innovativo dei materiali alternativi, ma anche nell'ottica di miglioramento nella produzione dei materiali tradizionali. In termini generali, l'interesse è motivato da:

- ricerca di efficienza nell'uso delle risorse e delle materie prime;
- azioni mirate al riutilizzo degli scarti di produzione o di demolizione;
- controllo dell'energia legata al LCA (produzione, trasporto, messa in opera, dismissione) attraverso la messa a punto di tecniche di produzione di componenti (ceramici, polimerici, compositi, ecc.) che prevedano il condizionamento di scarti provenienti da raccolta differenziata, riutilizzo di materie prime seconde, riciclo di scarti interni al ciclo produttivo.

Attualmente, la ricerca sulla sostenibilità ed eco-compatibilità dei materiali investe un campo assai vasto, che, per semplicità di analisi, si può considerare diviso in due grandi sottogruppi:

- Materiali provenienti da materie prime rinnovabili: i materiali vengono considerati in misura della loro efficienza nell'uso delle risorse e delle materie prime rinnovabili; attualmente l'investimento maggiore, sia nella ricerca di base che industriale, è rappresentato dall'impiego di fibre naturali

(legno, lino, canapa, mais, ecc.) per realizzare nuovi prodotti o per migliorare l'impronta ambientale dei materiali tradizionali.

- Materiali caratterizzati da basso impatto ambientale: i materiali vengono considerati sulla base della maggiore efficienza valutata nel ciclo di vita (LCA) del materiale stesso; questo pone il problema dell'individuazione di indicatori di impatto ambientale (carbon footprint, water footprint, ecological footprint, ecc.) e include il tema del migliore riutilizzo dei materiali alla fine della loro vita utile tradizionale e la cosiddetta Materia Prima Seconda (MPS).

In generale i materiali ecologici sono quelli che richiedono un basso consumo di energia e hanno una minima generazione di rifiuti in tutte le fasi della loro vita, produzione, utilizzo e smaltimento una volta esaurito il loro ciclo. Di grande interesse appare anche la possibilità di lavorare e reimpiegare i materiali di scarto dell'industria agroalimentare, con ricadute utili in molte diverse filiere.

Inoltre, il mercato della ceramica ha avuto un'impennata a partire dagli anni '60 e '70, lo sviluppo delle tecniche di produzione e del prodotto finito è stato al centro di studi e osservazioni durante gli anni '80 ed è tutt'oggi un tema di grande attualità. La Regione Emilia-Romagna è leader nella produzione della ceramica da oltre 50 anni e da solo il comparto industriale delle ceramiche rappresenta

materiali sostenibili  
materiali ecocompatibili  
riciclo · efficienza · LCA  
materie prime rinnovabili  
materiali ceramici  
sustainable materials  
eco-compatible materials · recycle  
efficiency · LCA · renewable raw materials  
ceramic products

l'81% della produzione nazionale.

Secondo un'analisi realizzata da ERVET, le produzioni strettamente regionali influenzate dai driver della rivoluzione verde corrispondono a filiere molto importanti per l'economia regionale: Costruzioni, Agroalimentare, Meccanica, Salute, e per il comparto industriale delle ceramiche e dei laterizi. Negli ultimi anni la possibilità di impiegare MPS ha già permesso di progettare nuovi impasti per piastrelle, sostituendo parzialmente i fondenti feldspatici con rifiuti industriali inorganici, bilanciando accuratamente la composizione. Ciò rappresenta una possibilità alla portata delle aziende del territorio, data la buona gestione di RSU capillarmente diffusa nella Regione Emilia-Romagna.

Per quanto riguarda il comparto ceramico, l'introduzione di prodotti e sistemi fortemente innovativi e multifunzionali - che può attingere alle forti capacità tecniche e manageriali già presenti in Emilia-Romagna nei distretti industriali della ceramica - avrebbe forti ricadute sul mercato

sia a livello di prodotti che di tecnologie. Questo consentirebbe l'acquisizione di enormi vantaggi competitivi nei confronti di altri paesi produttori di ceramiche, con l'apertura di nuove nicchie di mercato, il mantenimento e il consolidamento della posizione italiana di leadership mondiale nel settore impiantistico e tecnologico, la penetrazione nel mercato dei materiali avanzati, con possibilità di trasferimento di prodotti e processi in altri settori industriali. La valorizzazione delle competenze in chiave di "difesa" e aumentata diffusione del made in Italy va considerata strategicamente come un obiettivo da conseguire a breve e medio termine. La produzione ceramica dei materiali e sistemi per l'edilizia (piastrelle, laterizi), ma anche per altre applicazioni di ingegneria civile (cantieri, gallerie, ecc.), costituisce un campo in cui l'ingresso delle nanotecnologie consente innovazioni di grande rilievo che vanno dallo sviluppo di materiali con proprietà strutturali, termiche e meccaniche implementate alla funzionalizzazione delle superfici mediante

deposizione di rivestimenti o metodi di strutturazione diretta, alla possibilità di incrementare gli effetti decorativi e il pregio estetico, ecc.

Le linee di sviluppo principali a livello regionale possono essere sintetizzate in:

- materiali provenienti da materie prime rinnovabili: un campo promettente è soprattutto quello dell'ibridazione tra materiali di origine naturale e materiali prodotti industrialmente, al fine di ridurre l'impronta ambientale e di migliorare le prestazioni;
- materiali caratterizzati da basso impatto ambientale: per ottenere uno sviluppo sostenibile e consapevole sono necessari metodi, strumenti e l'adozione di alcune politiche comunitarie. L'analisi del ciclo di vita (LCA) emerge come strumento guida per una progettazione strategica, orientata al minor dispendio di energia e minori impatti sull'ambiente;
- un settore di grande interesse per le aziende leader in Regione è rappresentata dal riutilizzo di Materie Prime Seconde (MPS). Tra queste, il riuso dei materiali messi a disposizione dalla raccolta differenziata diffusa ormai capillarmente in Regione;
- ceramica come materiale flessibile e versatile: l'unione delle molteplici prestazioni e funzionalità della ceramica combinate con la tecnologia del solare-termico e del fotovoltaico amplia il campo di azione e applicazione dell'uno e dell'altro componente;

- geopolimeri: materiali compositi assimilabili alle ceramiche possono essere prodotti utilizzando una reazione chimica con vantaggi quali basso costo, stabilità dimensionale, possibilità di produrre il materiale *in situ*. Sviluppati seguendo i principi della "chimica verde", sono prodotti da una varietà di materie prime inclusi materiali derivanti da scarti industriali (ceneri volanti, scorie d'altoforno), riducendo la richiesta di energia e l'impatto ambientale durante la loro produzione;
- funzionalizzazione di superfici ceramiche: superfici fotocatalitiche, antisettiche, antibatteriche, micro - nanostrutturate (antiscivolo, idrofobe, autopulenti), con proprietà ottiche/estetiche, ecc.;
- prodotti ceramici con superfici multifunzionali, in grado di rispondere alle condizioni ambientali in termini di prestazioni chimico-biologiche, ottiche, termiche, magnetiche ed elettriche, nonché materiali con superfici decorate ad altissima risoluzione e con aspetti cromatici innovativi.

**Gruppo di lavoro trasversale Materiali -  
Materials cross-Team:**

Valentin Dediu, CNR-ISMN  
 Letizia Focarete, Università di Bologna  
 Angelo Montenero, Università di Parma  
 Milena Mussi, IOSA GHINI  
 Fabrizio Passarini, Università di Bologna  
 Alessandra Sanson, CNR-ISTEC  
 Emanuele Treossi, MIST-ER  
 Sergio Valeri, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia  
 Valeria Zacchei, Università di Bologna

The technological trajectory related to sustainable, eco-compatible materials or new functionalizations is particularly strategic not only in terms of the eco-innovative potential of alternative materials, but also in order to improve the production of traditional materials. In general, the motivations of this interest are:

- a search for efficiency in the use of resources and raw materials;
- actions aiming to reuse waste from production or demolition;
- the control of LCA-derived energy (production, transportation, installation, demolition) by elaborating component production

techniques (ceramic, polymers, composites, etc.) based on sorted waste conditioning, reusing secondary raw materials, recycling waste internal to the production cycle. Current research on the sustainability and eco-compatibility of materials involves a wide area that, for simplicity's sake, can be divided into two large subgroups:

- materials from renewable raw materials;
- low environmental footprint materials, assessed on the basis of the best efficiency in their life-cycle (LCA); in general, ecological materials require a low level of energy

and generate little waste throughout their life-cycle, i.e. production, use and end-of-life disposal. The perspective of processing waste from agri-food industry is also very interesting, causing positive effects to several different manufacturing chains. As far as the ceramic industry is concerned, it would be possible to introduce deeply innovative, multi-function products and systems by taking advantage of well-established technical and managing capacities of Emilia-Romagna ceramic manufacturing clusters; this would have a positive impact on the market both in terms of products and

technologies. It would help to gain enormous competitive advantages towards other ceramic manufacturing countries by opening new niche markets, by maintaining and consolidating the Italian position of world leadership in the industry of plant engineering and technology, and market penetration of advanced materials, with the possibility of transferring products and processes in other industries. In the production area of ceramic materials and systems for the construction industry (tiles, bricks), as well as in civil engineering applications (building sites, tunnels etc.), the introduction of

nanotechnologies fosters important innovations, spanning from developing materials with implemented structural, thermal and mechanical properties, to functionalizing surfaces. The lines of development at a regional level can be summarized as follows:

- materials from renewable raw materials;
- low environmental footprint materials;
- reuse of secondary raw materials (MPS);
- ceramics as a flexible, versatile material;
- geopolymers;
- functionalization of ceramic surfaces;
- ceramic products with multi-function surfaces.

# Metodi e tecnologie innovative per la valutazione della vulnerabilità e per la riduzione del rischio sismico delle costruzioni

## Innovative methods and technologies for the assessment of buildings vulnerability and seismic risk reduction

Il recente terremoto dell'Emilia-Romagna ha focalizzato l'attenzione sulla sicurezza delle strutture che ospitano attività sia industriali che residenziali. Malgrado in regione sia mediamente buona la qualità delle costruzioni, rispetto al panorama nazionale, il sisma ha evidenziato una serie di criticità e di vulnerabilità del patrimonio costruito, riconducibili a due problematiche principali. Innanzitutto il territorio non è stato considerato zona sismica fino a una decina di anni fa, e molte delle costruzioni sono state realizzate senza criteri antisismici o anche solo quei presidi che consentono di raggiungere un certo livello di sicurezza alle azioni orizzontali. In secondo luogo, tutto il comparto edilizio costruito durante il boom economico degli anni '60 e '70 è risultato particolarmente vulnerabile anche in ragione di un degrado nel tempo dei materiali utilizzati, spesso non di qualità pari a quella necessaria.

Al fine di incrementare il livello di sicurezza delle strutture è necessario sviluppare e impiegare tecniche di indagine conoscitiva del patrimonio edilizio, il quale deve essere salvaguardato attraverso la progettazione di interventi di adeguamento/miglioramento sismico con l'impiego di tecnologie innovative che consentano di incrementare la capacità delle strutture di

rispondere alle possibili azioni sismiche, sia frequenti che rare, limitando i danni (in caso di azioni lievi) o garantendo la sicurezza delle persone (in caso di sismi violenti).

Il problema della sicurezza si intreccia strettamente con quello della durabilità delle costruzioni.

Come anche stabilito dalle più recenti normative italiane (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, che recepiscono i principi dell'Eurocodice 8), la vita utile di una costruzione è un parametro che entra direttamente nella valutazione dell'impatto ambientale ed economico (Life Cycle Assessment LCA e Life Cycle Cost LCC, in particolare per la valutazione dei costi di manutenzione) dell'edificio e della sicurezza. Tale problema è di grande importanza per il comparto edilizio tra gli anni '60 e '70: le carenze a livello di materiali portano il livello di sicurezza di tali costruzioni prossimo al livello di attenzione anche solo per carichi verticali, e quindi potenzialmente critico nel caso di sisma. Divengono quindi di grande importanza le tecnologie che consentono di intervenire sull'esistente per valutare lo stato di degrado di un materiale (calcestruzzo, acciaio, muratura), e soprattutto lo sviluppo di nuovi materiali che consentano il recupero e la manutenzione di quelli attualmente in opera.

# sicurezza, monitoraggio vulnerabilità sismica sisma Emilia · strutture tecnologie innovative · LCA efficienza · materiali

safety · monitoring · seismic vulnerability  
earthquake in Emilia-Romagna  
structures · innovative technologies  
LCA · efficiency · materials

Fra le metodologie e tecnologie innovative in grado, nei prossimi anni, di incrementare il livello di sicurezza del patrimonio edilizio regionale esistente e al contempo sviluppare nuovi sistemi costruttivi, si evidenziano:

- metodi semplificati per una valutazione preliminare della vulnerabilità sismica di grossi patrimoni edilizi;
- metodologie innovative per la conduzione di test *in situ* su edifici esistenti e correlazione dei risultati per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle strutture;
- monitoraggio delle strutture esistenti (quadro fessurativo o stima delle caratteristiche modali delle strutture);
- studi per la valutazione dell'efficienza in termini di durabilità dei materiali da costruzione;
- tecnologie per il rinforzo e l'adeguamento sismico delle strutture attraverso materiali innovativi;
- sistemi innovativi per la dissipazione dell'energia e l'attenuazione delle forze sismiche agenti sulla struttura;
- sviluppo di nuovi sistemi costruttivi multifunzione e valutazione della loro efficienza sismica ed energetica in collaborazione con le aziende produttrici.

Per la valutazione della vulnerabilità sismica di patrimoni edilizi e la corretta gestione delle risorse economiche, la tendenza a livello nazionale ed europeo è la definizione di metodi speditivi, basati su classificazioni degli edifici e valutazioni analitiche limitate, che permettano di definire una gerarchia di priorità di edifici che necessitano di uno studio mirato di vulnerabilità sismica dal quale si evincano le carenze strutturali che devono essere sanate. Le linee prioritarie di azione prevedono poi la stima delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la struttura attraverso specifici test *in situ* i cui risultati dovranno essere impiegati attraverso modelli di correlazione per la determinazione delle proprietà meccaniche necessarie per le fasi progettuali. Inoltre, per la valutazione del comportamento nel tempo delle strutture possono

essere impiegate tecniche sia per monitorare lo sviluppo di eventuali quadri fessurativi che per la determinazione delle caratteristiche dinamiche della struttura. Negli ultimi anni sono stati sviluppati nuovi strumenti di misura e acquisizione (basati sulla tecnologia MEMS) che permettono il trasferimento real-time dei dati (wi-fi, ethernet, ecc.). Tali strumenti consentiranno una più semplice gestione dei dati e il loro filtraggio in base alle proprietà richieste, incrementando la possibilità di impiego di tali tecniche con una riduzione dei costi di gestione dei test di monitoraggio.

In merito alla progettazione dell'intervento di adeguamento o miglioramento sismico, fra le diverse tecniche per il rinforzo strutturale risultano particolarmente performanti i rinforzi attraverso l'impiego di materiali innovativi come ad esempio i compositi FRP (Fiber Reinforced Polymer) e FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix). Tali materiali consentono di incrementare la capacità strutturale, sia in termini di resistenza che in taluni casi di duttilità strutturale (incremento della capacità della struttura di dissipare energia attraverso la deformazione degli elementi). Gli FRP sono adatti per il rinforzo di travi, pilastri e connessioni travi-pilastri in cemento armato poiché in grado di sostenere elevati sforzi. Gli FRCM sono invece particolarmente vantaggiosi per il rinforzo di pareti murarie con comportamento bi-direzionale. In tal caso le forze

in gioco risultano inferiori ed è possibile realizzare il composito attraverso delle reti in fibra di carbonio, vetro, aramide, canapa, ecc., con un'ampia maglia e conseguentemente un costo ridotto del materiale. Alcuni di tali materiali sono attualmente in uso nel mercato edilizio, ma risulta ancora carente la conoscenza delle effettive performance degli stessi. Sarebbero dunque necessarie ampie campagne sperimentali che consentano di definire standard nazionali e metodologie per la certificazione di tali materiali, che potrebbero portare anche alla definizione di nuovi e più efficienti sistemi di intervento.

Oltre alla necessità di garantire la sicurezza delle strutture esistenti, è di equivalente importanza il livello di sicurezza e la durabilità delle nuove costruzioni (LCA). Oggigiorno, si sviluppano sistemi costruttivi multi-performance a cui viene richiesto di possedere alte prestazioni in termini di efficienza energetica, efficienza acustica e sicurezza strutturale. Inoltre, una delle richieste del mercato delle costruzioni, perché il sistema sia considerato competitivo, riguarda la semplicità e la velocità di "messa in opera" di tali sistemi in modo da contenere i costi di cantierizzazione. Per i motivi descritti, in fase di sviluppo e progettazione di nuovi sistemi strutturali è necessario l'impiego di conoscenze interdisciplinari a supporto delle idee proposte a livello sia regionale che nazionale.

Since the recent earthquake in Emilia-Romagna, the attention has been focused on the safety of structures dedicated to industrial and residential activities. Although in the area the average building quality is good if compared to the situation throughout the country, the earthquake highlighted a series of critical issues and vulnerability in the building stock, which can be linked to two core problems. First of all, this territory was not considered a seismic area until ten years ago; therefore, the construction of several buildings did not take advantage of either anti-seismic features or even resources ensuring a certain level of safety against horizontal earthquake actions. Secondly, all the building stock dating back to the economic boom of the 1960s and 1970s is now particularly vulnerable

because the materials employed have meanwhile degraded, as their quality was below required standards. In order to increase the level of structural safety, it is necessary to develop and use enquiry techniques on the building stock, which should be preserved by planning interventions to improve the resistance of buildings to earthquakes, whether frequent or rare, by means of technological innovations; thus, it would be possible to limit damages in case of weak seismic activity or ensure the safety of people in case of violent earthquakes. The problem of safety is tightly intertwined with building durability. As it has been set also by the most recent Italian regulations (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, absorbing the principles of

Eurocode 8), the useful life of a building is a parameter directly contributing to the assessment of buildings' environmental footprint and economic impact (Life Cycle Assessment or LCA, and Life Cycle Cost or LCC, especially concerning the evaluation of maintenance costs), and to the evaluation of safety. Among the innovative methodologies and technologies capable, in the next years, to increase the level of safety of existing regional building stock while at the same time developing new construction systems, it is worth highlighting the following:

- simplified methods to preliminarily evaluate the vulnerability to earthquakes of large building stocks;
- innovative methodologies to carry out on-site tests on existing buildings and

- subsequently correlate the results to define the mechanical features of the structures;
- monitoring existing structures (an evaluation of cracks and fissures or an estimation of the modal features of the structures);
- evaluation studies assessing the efficiency of construction materials in terms of durability;
- technologies to strengthen structures and provide them with seismic upgrading by means of innovative materials;
- innovative systems to dissipate seismic energy and weaken the seismic forces acting on structures;
- developing new, multi-function construction systems and evaluating their efficiency in terms of seismic events and energy consumption,

in collaboration with manufacturing companies. Besides the safety of existing structures, the level of safety and durability (LCA) of new buildings is equally important. Nowadays, construction systems are being developed, featuring excellent energy efficiency performances, acoustic efficiency and structural safety. Moreover, in order to consider a system competitive, one of the requests of the construction market concerns how easily and quickly the system is implemented, so as to reduce the costs related to construction sites. For the above-mentioned reasons, planning and developing new structural systems requires interdisciplinary knowledge to support proposals at a regional as well as national level.

# Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico

## Innovative technologies for architectural restoration and renovation

L'attuale crisi dell'industria immobiliare e la richiesta, da parte del mercato, di qualità energetica, sostenibilità ambientale e (dopo gli ultimi eventi sismici dell'Abruzzo e dell'Emilia) anche sicurezza strutturale, identificano nel patrimonio esistente un settore di particolare interesse.

In Italia e in Emilia-Romagna in particolare il patrimonio esistente diffuso si è fortemente sovrapposto alla preesistenza di valore storico, non solo vincolato, creando un grande potenziale di innovazione, trasferimento tecnologico, impatto economico e sociale sui processi di trasformazione del territorio; il recupero che, tuttavia, rispetto all'intervento di nuova costruzione, richiede la comprensione di diversi fattori (degrado, rilievo delle geometrie con più alte precisioni e accuratezze, tecnologie e processi costruttivi, ecc.). Il valore di questo potenziale tecnologico risiede quindi nel valore strategico attribuito ai due termini caratterizzanti la Traiettorie:

- *restauro*, pone l'attenzione all'importante patrimonio storico, monumentale, paesaggistico e alla sua valorizzazione turistica e culturale come forte volano per la ripresa economica e presenza di competenze all'avanguardia;
- *recupero*, identifica la necessità di un cambio di rotta sul modello di rigenerazione e trasformazione territoriale e sull'evoluzione del settore delle Costruzioni verso azioni sostenibili, inclusive e partecipate.

Alla luce di quanto descritto si possono delineare alcuni indirizzi prioritari di ricerca e innovazione che

possono rappresentare la direzione del mercato e innescare la trasformazione economica del settore in una strategia a breve-medio termine:

- diffusione di tecnologie di previsione non invasive (termografia, sensoristica fisico-tecnica integrata, spettrofotometria, indagini soniche, laser 3D, ecc.) ed economicamente sostenibili volte a conoscere preventivamente lo stato di consistenza geometrica e di conservazione del patrimonio, anche diffuso, attraverso l'integrazione di strumenti, processi e servizi per abbattere i costi ancora alti perché confinati negli specialismi di settore;
- generazione di banche dati accessibili di documentazione per progetto, gestione, programmazione: l'intervento sul patrimonio esistente richiede un grado di conoscenza storico-documentale (anche nell'ottica di documentazione degli interventi sugli edifici storici) in cui far convergere i dati acquisibili da nuovi modelli di validazione speditiva (energetica, strutturale, ambientale, ecc.) che offriranno letture più diffuse, integrate e aggiornate nel tempo. In questa direzione si citano le tecnologie di acquisizione dati sopra citate e lo sviluppo e diffusione di software dedicati alla generazione e utilizzo di banche dati;
- integrazioni di componenti e processi tecnologici: i processi costruttivi tradizionali dovranno confrontarsi e integrarsi sempre di più con quelli a secco e molte tecnologie tradizionali dovranno rientrare quantitativamente nel processo edilizio.



restauro · recupero  
patrimonio architettonico  
valorizzazione · diagnostica  
documentazione  
innovazione tecnologica  
involucro

restoration · renovation,  
architectural heritage  
enhancement · diagnostic  
documentation  
technological innovation · coating

In questa direzione il mercato necessita di integrare componenti e processi tecnologici, le cui priorità strategiche includono:

- tecniche costruttive leggere e migliorative, ibridando materiali tradizionali e tecnologie innovative;
- materiali da involucro a prestazioni energetiche migliorate, quali coating funzionalizzati, rivestimenti a basso spessore per il risparmio energetico, prodotti vernicianti nanostrutturati, ecc.;
- calce aeree e calce idrauliche con caratteristiche fisiche e meccaniche migliorate in termini di:

- leggerezza, resistenza meccanica, coibentazione termica, sviluppo di nuovi leganti nanostrutturati per il restauro, in linea con il principio di compatibilità con la materia antica;
- fibre di carbonio (ridotta intrusività e alta efficienza), materiali compositi (FRP - Fiber reinforced polymer - e FRCM - Fiber Reinforced Cementitious Matrix) per il rinforzo strutturale, adesivi per il rinforzo delle strutture lignee, boiacche da iniezione, ecc.;
- materiali compositi a matrice polimerica: la ricerca è particolarmente indirizzata ad ottimizzarne le prestazioni, ad esempio con

- l'inserimento in matrice di nanoparticelle o nanofibre;
- innovazione di processo verso una logica di sistema integrato: i componenti edilizi (dai film sottili che permettono l'effetto "cappotto interno" agli impianti meno invasivi e più performanti, alle tecniche di miglioramento e adeguamento strutturale) non potranno essere più utilizzati come singoli elementi aggiuntivi, ma richiederanno competenze interdisciplinari più forti;
- cantiere laboratorio di innovazione: il cantiere del recupero diffuso dovrà offrire un'immagine e una sostanza totalmente diverse, non solo per il grado di efficienza di processo, ma anche per le tecnologie volte alla selezione e al recupero dei materiali che dovranno essere una parte fondamentale del cantiere trasparente; il recupero implica un principio di rigenerazione in ogni fase, che nasce nel progetto ma si sviluppa nel cantiere.

Tra i principali elementi di fattibilità si individuano:

- evoluzione del quadro tecnico normativo in un modello semplificato e condiviso da tutti gli attori;
- trasformazione dei parametri di fiscalità urbana applicabili dalle P.A. al patrimonio esistente (utilizzato, non utilizzato, sottoutilizzato, energivoro, vulnerabile sismicamente, ecc.), riduzione dell'incidenza delle rendite, premialità per l'innovazione tecnologica ma anche funzionale, maggiore utilizzazione di capitale

di rischio, incremento sostanziale degli oneri di urbanizzazione;

- riduzione dei costi di costruzione nell'intervento di recupero, dando valore al progetto integrato come strumento condiviso anche di controllo;
- ruolo del sistema bancario e finanziario nel supporto, innesco e tenuta nel tempo dell'intervento di recupero: qualità del progetto, dell'impresa, delle finalità di intervento, del grado di innovazione tecnologica, ecc.;
- capacità di fusione/alleanza tra le piccole imprese per un'offerta integrata ed economicamente sostenibile che sfrutti tecnologie diverse tutte comunque necessarie nel cantiere di recupero;
- evoluzione della modalità di comunicazione dell'offerta che nasce dal mercato delle costruzioni: rilanciare la domanda e riorientare l'offerta facendo comprendere il grado di innovazione tecnologica, sostenibilità e sicurezza ai cittadini.

La scelta di operare secondo queste direzioni permetterebbe di strutturare negli anni un tessuto connettivo tecnico (di impresa e di professioni oggi mancante o per lo più sfilacciato) predisposto all'innovazione tecnologica su cui far attecchire altri percorsi di valorizzazione e di trasformazione del mercato delle costruzioni necessari per ricostruire, dopo l'attuale crisi del settore, un modello dell'edilizia più efficiente e flessibile e maggiormente integrato agli altri sistemi industriali.

The existing building stock has become particularly interesting due to the current crisis in the real estate industry and the market demand for energy quality, environmental sustainability and structural safety, after the latest seismic events in the regions of Abruzzo and Emilia. The extended building stock existing in Italy – Emilia-Romagna in particular – widely overlaps with pre-existing historical heritage, only partially listed; this generates a considerable potential for innovation, technology transfer, economic and social impact on the transformation processes of the territory; unlike the construction of new buildings, however, the

renovation process requires the comprehension of different factors (degradation, a highly accurate and precise survey of building geometry, technologies and construction processes, etc.). The importance of this technological potential, therefore, lies in the strategic value attributed to the two features of the Trajectory:

- restoration, which focuses on important heritage in terms of history, architecture, and landscape, whose enhancement to promote tourism and culture may act as a powerful driving force to foster economic recovery and state-of-the-art competences;
- renovation, which highlights

the need to change the direction of regeneration and transformation model adopted in the territory and the evolution of the construction industry, towards sustainable, inclusive, shared actions. On the basis of our analysis, it is possible to outline some priorities for research and innovation which may provide the market with a clear direction and trigger the economic transformation of the industry in a short-medium term strategy:

- spreading non-invasive predicting technologies;
- creating accessible data banks for documentation about designs, management, scheduling;

- integrating components and technological processes; traditional construction processes will have to continue to meet and integrate with dry construction techniques; several traditional technologies will have to be massively re-introduced in the construction process;
- introducing a process innovation leading towards an integrated system perspective;
- considering a building site as a laboratory for innovation.

Key feasibility factors are, among others:

- an evolution in the technical and legal framework towards a simplified model,

- shared by all actors;
- the reduction of renovation construction costs by exploiting integrated design as a shared instrument, which also allows increased control;
- the role of banks and the financial system in supporting, starting and maintaining renovation intervention over time;
- enhanced communication strategy of real estate supply derived from the construction industry: by providing citizens with information on technological innovation, sustainability and safety, it will be possible to boost demand and re-orient supply.