

# S3 Regione Emilia-Romagna Le Priorità Tecnologiche Regionali

## Edilizia e Costruzioni

**Nota:** Questo è un documento proposto per la consultazione pubblica sulle Priorità Tecnologiche Regionali. Il documento è stato redatto da gruppi di lavoro costituiti da imprese, ricercatori ed altri stakeholders dell'innovazione della regione Emilia Romagna nel periodo aprile-giugno 2013 con l'obiettivo di contribuire alla definizione delle Priorità Tecnologiche Regionali per il periodo di programmazione 2014-2020. Chiunque sia interessato a commentare o integrare questo documento può farlo secondo la procedura predisposta ed accessibile all'indirizzo [S3 - Le priorità tecnologiche regionali](#). La consultazione pubblica sarà aperta fino al 3 agosto 2013

Informazioni possono essere richieste a [S3@aster.it](mailto:S3@aster.it)

# Sommario

---

<b>Executive summary</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Introduzione</b> .....	<b>4</b>
<b>2 La metodologia</b> .....	<b>6</b>
2.1 Il quadro di riferimento .....	6
2.1.1 Gli obiettivi strategici .....	6
2.1.2 Il sistema economico regionale .....	10
2.1.3 Il sistema della ricerca e del trasferimento tecnologico regionale.....	10
2.1.4 Altri elementi del sistema regionale .....	10
2.2 Il Sistema .....	10
2.3 Le traiettorie tecnologiche regionali .....	12
2.3.1 I driver principali .....	12
2.3.2 Le componenti di sistema e abilitanti .....	13
2.3.3 La composizione dei gruppi di lavoro .....	15
2.3.4 L'operatività dei gdl .....	16
<b>3 Gli INPUT al PROCESSO S3 per l'Edilizia e Costruzioni</b> .....	<b>17</b>
3.1 Il perimetro di riferimento .....	17
<b>4 Le traiettorie tecnologiche regionali: Edilizia e Costruzioni</b> .....	<b>20</b>
Cantieri intelligenti e sostenibili .....	21
4.1 Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture.....	21
4.2 Il processo edilizio trasparente .....	24
Interfacce e strumenti di comunicazione per il trasferimento dell'innovazione tecnologia nel processo edilizio .....	24
4.3 Urban mining.....	27
Dal recupero dei rifiuti C&D ai nuovi modelli di business per la riqualificazione dell'esistente ...	27
Edifici e città intelligenti .....	29
4.4 Gestire l'energia pulita nelle città: ridurre i consumi, rigenerare e costruire edifici efficienti e generare energia pulita .....	29
4.5 Accessibilità, Comfort e Smart Automation degli ambienti abitativi e pubblici .....	32
4.6 Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile .....	35
4.7 Materiali sostenibili ed ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni.....	38
Edifici sicuri.....	44
4.8 Metodi e tecnologie innovative per la valutazione della vulnerabilità e per la riduzione del rischio sismico delle costruzioni.....	44

Restauro e recupero architettonico .....	47
4.9 Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico .....	47
4.10 Tavole di correlazione .....	50
<b>5 Gruppo di lavoro .....</b>	<b>52</b>

BONVA

# Executive summary

## 1 Introduzione

---

Nel quadro della predisposizione della sua Strategia per la Specializzazione Intelligente (S3 – Smart Specialization Strategy), la Regione Emilia-Romagna ha applicato la metodologia prevista<sup>1</sup> al proprio territorio identificando alcune aree di interesse prioritario. Esse si riconducono essenzialmente a due tipologie:

- aree di interesse per la loro attuale importanza economica e sociale:
- aree che presentano un elevato potenziale di crescita e possono dunque costituire, in prospettiva, sbocchi di interesse sia in termini economici, grazie a nuovi e promettenti mercati, che sociali con creazione di posti di lavoro su segmenti di popolazione attiva che si trova in situazioni critiche.

Per queste aree di applicazione, e nel contesto territoriale di riferimento, è ora necessario individuare priorità di intervento che possano indirizzare o accompagnare lo sviluppo economico e sociale.

Nella successiva fase di definizione del policy mix dovranno essere identificate le misure strategiche in grado di affrontare le priorità. Tali misure dovranno essere adeguate alla qualità e tipologia delle priorità ed alle loro reali condizioni di applicabilità nella regione.

Questo documento affronta il tema della selezione delle priorità (*priority setting*) tenendo conto che esse dovranno essere il risultato di una azione congiunta di tipo top-down, basata sugli obiettivi strategici generali, e bottom-up, basata sull'emersione di esigenze generate dai soggetti regionali coinvolti, imprese, ricercatori ed altri stakeholder dell'innovazione.

La fase di *priority setting* è stata avviata coinvolgendo in modo organizzato un numero rilevante di rappresentanti delle imprese (di dimensioni e mercati differenziati), del sistema della ricerca pubblica e privata (trasversalmente rispetto alle aree di disciplina) e altre organizzazioni regionali integrate nell'ecosistema dell'innovazione.

A tale proposito si sottolinea che, anche grazie 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 (si veda l'attività della Rete Alta Tecnologia coordinata da ASTER<sup>2</sup>), il sistema regionale ha risposto con entusiasmo alla chiamata per espressioni di interesse alla partecipazione all'attività di *priority setting*, al punto che è stato necessario effettuare una selezione dei partecipanti.

Sono stati costituiti 8 gruppi di lavoro, descritti in dettaglio nel cap.6 che, utilizzando un metodo di lavoro comune, hanno condiviso una visione del futuro regionale con riferimento alle aree di interesse identificate. E' utile sottolineare che tutti i membri dei gruppi di lavoro hanno contribuito non tanto e non solo a partire dalle proprie conoscenze ed esperienze specifiche, quanto dalla propria conoscenza del settore, dei mercati, delle dinamiche territoriali, offrendo dunque una visione di valore più generale.

La prima fase di lavoro ha affrontato il tema della definizione del perimetro di interesse di ciascun gruppo. Si è trattato di una fase di grande importanza, perché la specializzazione che sta alla base

---

<sup>1</sup> [S3 guide](#)

<sup>2</sup> [www.aster.it](http://www.aster.it)

della S3 non possiede valenza settoriale, ma affronta il tema delle opportunità di crescita attraverso la convergenza tra aree tecnologiche (non necessariamente high tech) e di mercato combinate in modo anche non tradizionale o inaspettato.

La discussione sul perimetro di riferimento doveva consentire da una parte di riconoscere temi dotati di un qualche grado di omogeneità, e dall'altra di essere sufficientemente inclusivi per non escludere a-priori ambiti che invece sono in grado di offrire elevato potenziale.

Gli elementi di questa discussione sono contenuti nel cap.3

Gli output dell'attività dei gruppi di lavoro sono reperibili nel cap.4 Le priorità identificate sono presentate, giustificate e discusse sia in base alla loro evoluzione tecnico-scientifica, sull'orizzonte 2020-2025, sia alla possibilità effettiva di essere realizzate. .

La proposta contenuta in questo documento costituisce anche il punto di partenza dell'attività di consultazione pubblica che rimarrà aperta fino al 3 agosto 2013 e che consentirà a tutti gli interessati di contribuire alla versione finale.

## 2 La metodologia

---

### 2.1 Il quadro di riferimento

#### 2.1.1 Gli obiettivi strategici

- 1. Una strategia per lo sviluppo:** La S3 si riferisce all'identificazione delle condizioni per lo **sviluppo** di un territorio. Essa riguarda essenzialmente strategie di rafforzamento strutturale del territorio basate in larga parte sul superamento delle barriere tra ricerca e applicazione della ricerca. In questa strategia occorre dare per acquisiti i contenuti tecnologici e focalizzare l'attenzione sull'utilizzo di tali contenuti, soprattutto in una ottica di convergenza su ambiti innovativi e non consueti.
- 2. Una strategia integrata con le politiche Europee:** Questa integrazione ha essenzialmente due dimensioni. La prima dimensione si riferisce alle **politiche di coesione europee**, che sottendono i Fondi Strutturali e sono orientate ad attuare gli obiettivi di crescita intelligente, sostenibile e inclusiva. La seconda dimensione si riferisce alle **sfide della società di Horizon 2020**, che rappresentano uno dei tre pilastri della strategia della ricerca europea per il periodo 2014-2020. La rilevanza delle scelte tecniche effettuate rispetto a queste dimensioni consente di rendere centrali nella strategia regionale gli aspetti sociali e legati alla persona e di perseguire azioni orientate allo sviluppo rispetto allo stato dell'arte scientifico e tecnologico.
- 3. Una strategia basata sull'innovazione:** cioè sulla capacità di incorporazione delle tecnologie abilitanti in nuovi prodotti, nuovi processi e nuovi business. La Commissione Europea ha già individuato le Tecnologie Abilitanti Chiave (KET – Key Enabling Technologies) per il recupero di competitività Europea<sup>3</sup>. Le KETs sono tecnologie ad alta intensità di conoscenza e di capitali, con una elevata quota di R&S, con cicli innovativi rapidi e integrati, alti costi e che necessitano di competenze di alto livello. La loro influenza è pervasiva, abilitano l'innovazione nei prodotti, nei processi e nei servizi, in ogni settore economico.  
Esse sono di rilevanza sistemica, multidisciplinari e transettoriali, intersecano vari domini tecnologici con tendenza verso la convergenza, l'integrazione tecnologica e con il potenziale per indurre cambiamenti strutturali.  
In particolare, le KETs hanno due caratteristiche specifiche che le contraddistinguono da altre tecnologie abilitanti:
  - sono integrate in prodotti innovativi
  - sono alla base di molte catene strategiche del valore europeeLe KETs sono:
  - Nanotecnologie
  - Nuovi materiali
  - Microelettronica

---

<sup>3</sup> [Key Enabling Technologies](#)

- Fotonica
- Biotecnologie industriali
- Nuovi sistemi di produzione

Per completezza di trattazione si considerano tra le KETs anche le

- Tecnologie digitali

**4. Una strategia integrata con le Comunità della Conoscenza e dell’Innovazione (KIC – Knowledge and Innovation Communities).** Le KIC sono iniziative dell’EIT – European Institute of Innovation and Technology<sup>4</sup>, formate da partnership operanti su temi specifici e costituite da soggetti del mondo dell’educazione, della ricerca, della imprenditorialità e del business. Il loro obiettivo è costituire un modello di eccellenza che possa essere un dimostratore di efficienza per l’innovazione del futuro.

Le KIC rappresentano la punta più avanzata della innovazione europea con riferimento allo stato dell’arte scientifico-tecnologico ma anche efficace campo di sperimentazione di collaborazioni Pubblico-Private anche a livello internazionale. L’elaborazione di una strategia connessa alle KIC assicura alla Comunità regionale la possibilità di integrarsi efficacemente con le grandi reti internazionali dell’innovazione e di attivare con esse una reale situazione di leadership collaborativa. Al momento tre sono le KIC esistenti:

- Climate**
- ICT**
- InnoEnergy**

Il lancio di alcune nuove KIC è atteso per il 2014, sui temi

- Raw Material
- Food
- Manufacturing
- Active and Healty Ageing







**5. Una strategia integrata con le iniziative nazionali nel campo dell’Innovazione,** in particolare con i **CTN – Cluster Tecnologici Nazionali**. I CTN rappresentano il tentativo di ridare ordine e coerenza al sistema italiano dell’innovazione, mediante la costituzione di aggregazioni di imprese, università e centri di ricerca pubblici e privati, e altri stakeholders dell’innovazione su ambiti tecnologici predefiniti. I CTN integrano fin dalla loro origine la dimensione nazionale e territoriale, e offrono, sugli ambiti tematici individuati, una reale connessione a livello interregionale e un chiaro piano di sviluppo strategico su cui le programmazioni regionali possono agevolmente innestare le proprie azioni. Al momento sono otto i Cluster Tecnologici Nazionali attivi, nelle seguenti aree applicative:

- Fabbrica Intelligente
- Chimica Verde
- Scienze della vita
- Mezzi e sistemi per la mobilità di superficie terrestre e marina
- Agrifood
- Aerospazio
- Tecnologie per le Smart Communities
- Tecnologie per gli ambienti di vita

---

<sup>4</sup> [EIT](#)





- 6. Una strategia che tiene conto delle tendenze globali dei mercati:** Una strategia che abbia l'obiettivo dello sviluppo non può essere scollegata dalle grandi tendenze globali dei mercati, che segneranno l'evoluzione dei prodotti e dei servizi connessi. E' utile dunque riconsiderare l'analisi svolta nel 2012 nell'ambito della definizione di Scenari Tecnologici per l'Emilia-Romagna<sup>5</sup> e la selezione di 13 Megatrend rilevanti per il territorio regionale li proposti e qui riportati per comodità.

DESCRIZIONE SINTETICA		
<p><b>1. SMART CITIES AND INFRASTRUCTURES</b></p> 	<p><b>CITTA' E INFRASTRUTTURE INTELLIGENTI</b></p>	<p>In futuro aumenteranno le concentrazioni abitative e per esse sarà importante una gestione più intelligente e sostenibile, in relazione alle reti energetiche, alla mobilità, agli edifici. L'efficienza energetica e le emissioni zero costituiranno la base per questa tendenza.</p>
<p><b>2. NEW GENERATION</b></p> 	<p><b>NUOVA COMPOSIZIONE GENERAZIONALE DELLA POPOLAZIONE</b></p>	<p>La maggioranza della popolazione giovane sarà concentrata in India e in Cina, l'Europa avrà il 20% del totale mondiale di popolazione ultraottantenne e le donne aumenteranno la presenza nella finanza e nel business.</p>
<p><b>3. GEO-SOCIALIZATION</b></p> 	<p><b>GEO-SOCIALIZAZIONE</b></p>	<p>Le interazioni fra individui e fra organizzazioni e le possibilità di accesso a servizi saranno ripensate a partire dalle informazioni di localizzazione associate a dispositivi personali e pubblici</p>
<p><b>4. SMART CLOUD</b></p> 	<p><b>CLOUD INTELLIGENTE</b></p>	<p>Nel futuro sarà possibile integrare cloud pubblici e privati e allocare cloud "ad-hoc" secondo le esigenze delle imprese.</p>
<p><b>5. VIRTUAL WORLD</b></p> 	<p><b>MONDO VIRTUALE</b></p>	<p>Gli ambienti di simulazione saranno utilizzati in molti ambiti, ed in particolare nella difesa, nella medicina, nell'educazione, nella mobilità e nel business</p>
<p><b>6. NEW BUSINESS MODEL</b></p> 	<p><b>NUOVI MODELLI DI BUSINESS</b></p>	<p>I modelli di business evolveranno verso condivisione di risorse (infrastrutture, macchinari) e pagamenti orari per servizi e per uso.</p>

<sup>5</sup> [Scenari Tecnologici per l'Emilia Romagna](#)



## DESCRIZIONE SINTETICA

<p><b>7. INTELLIGENCE ADVANCEMENT NETWORKS</b></p> 	<p><b>WIRELESS AND IN SVILUPPO DELLE RETI E INTELLIGENZA WIRELESS</b></p>	<p>Nel futuro la connettività sarà principalmente wireless, aumenteranno i dispositivi disponibili, la loro interconnessione e la capacità di elaborazione. L'ulteriore sviluppo della banda in termini di ampiezza e disponibilità influenzerà nuove generazioni di applicazioni e servizi e l'intelligenza artificiale.</p>
<p><b>8. INNOVATING TO ZERO</b></p> 	<p><b>INNOVATING TO ZERO</b></p>	<p>L'innovazione di prodotti e processi sarà guidata dagli obiettivi resi radicali dalle esigenze sociali di ridurre a zero i difetti, le falle di sicurezza, gli errori, gli incidenti e le emissioni pericolose per l'ambiente e la salute dei cittadini.</p>
<p><b>9. INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF THE FUTURE</b></p> 	<p><b>TECNOLOGIE ABILITANTI DEL FUTURO</b></p>	<p>Crescerà l'utilizzo di tecnologie oggi emergenti legate ai nanomateriali, all'elettronica flessibile, ai laser, ai materiali "intelligenti" e così via.</p>
<p><b>10. E-MOBILITY</b></p> 	<p><b>MOBILITA' ELETTRICA</b></p>	<p>L'uso di veicoli elettrici a 2 e 4 ruote aumenterà irreversibilmente erodendo la quota della mobilità tradizionale e saranno necessarie la realizzazione di nuove infrastrutture e l'identificazione di nuove soluzioni tecnologiche.</p>
<p><b>11. CURE &amp; PREVENT IN HEALTHCARE</b></p> 	<p><b>CURA E PREVENZIONE NELLA SANITA'</b></p>	<p>Accanto allo sviluppo delle nuove terapie, il valore sociale della salute ed del benessere delle persone aumenterà. I metodi di prevenzione e di cura dovranno considerarlo nell'ipotizzare le proprie traiettorie di sviluppo.</p>
<p><b>12. FACTORY OF THE FUTURE: SMART AND GREEN</b></p> 	<p><b>IMPRESA DEL FUTURO: INTELLIGENTE E VERDE</b></p>	<p>Aumenterà l'utilizzo dell'automazione industriale, il ricorso a tecniche di intelligenza artificiale e robot intelligenti. La produzione sarà sempre più rapida, efficiente e sostenibile.</p>

## DESCRIZIONE SINTETICA

### 13. GLOBAL POWER GENERATION



#### RETI DI GENERAZIONE DI POTENZA ELETTRICA DISTRIBUITE

Aumenterà la quota di produzione di energia elettrica da parte dei paesi emergenti, e la quota proveniente da fonti rinnovabili. In particolare nella gestione delle reti che oggi vedono luoghi di produzione concentrati e con alta potenza, si dovranno considerare immissioni puntiformi dalla periferia verso il centro, con un diagramma di produzione stocastico derivanti da condizioni meteorologiche e alternanza giorno-notte.

- 7. Ruolo del sistema regionale dell'innovazione:** Con le specificazioni qui presentate, il processo di trasformazione delle tecnologie abilitanti in soluzioni applicative "pronte per essere commercializzate" può essere svolto anche dal sistema regionale dell'Innovazione e dalla Rete Alta Tecnologia, costituiti anche con questi obiettivi. In questo modo, infatti, la dimensione tecnologica può essere integrata dagli aspetti relativi al capitale umano, alla nuova imprenditorialità ad alta intensità di conoscenza, ai servizi innovativi, alle politiche urbane e per l'attrattività per essere in grado di "curvare" la disponibilità di tecnologie in reali condizioni di incremento di competitività.

#### 2.1.2 Il sistema economico regionale

Descrizione sommaria

#### 2.1.3 Il sistema della ricerca e del trasferimento tecnologico regionale

Università

CNR

ENEA

Rete Alta Tecnologia

Centri per l'Innovazione

#### 2.1.4 Altri elementi del sistema regionale

Il sistema sanitario

CINECA, APT, IBC

### 2.2 Il Sistema

La Regione Emilia-Romagna ha individuato cinque aree di intervento specifiche per il periodo di programmazione 2014-2020:



1. **Sistema agroalimentare:** E' una area di intervento molto importante per la Regione Emilia-Romagna, che può vantare una varietà di comparti produttivi, prodotti finali di alta gamma ed una sistema di servizi connessi che non ha uguali, dalla materia prima alla grande distribuzione. Il sistema agroalimentare regionale ha un grado di specializzazione elevato, varie grandi imprese localizzate, importanti snodi logistici e istituzioni di rilevanza nazionale ed internazionale. Costituisce inoltre una voce di primo piano nell'export.
2. **Edilizia e Costruzioni:** È un ambito trainante dell'economia regionale, sebbene attualmente colpito da una rilevante crisi di mercato, non limitata all'ambito territoriale. Il comparto industriale delle costruzioni, considerato nella sua articolazione e complessità, necessita di un'inversione di tendenza in termini di innovazione, cultura del progetto, recepimento di contenuti tecnologici abilitanti. La regione Emilia Romagna è sede delle maggiori imprese di costruzioni nazionali ed ha una leadership consolidata su alcuni comparti industriali specifici, quali il settore ceramico, materiali e componenti, macchine e impianti per le costruzioni e per le industrie dei materiali.
3. **Meccatronica e Motoristica:** E' l'ambito per cui tradizionalmente la regione Emilia Romagna è nota nel mondo, con leadership su molti comparti di specializzazione (es. motoristica di alta gamma, macchine utensili, oleodinamica) e trasversali (es. lavorazioni meccaniche, materiali speciali, automazione industriale). L'area di interesse include nicchie di produzione per il mercato, ad es. nautica, strumenti di misura, macchine, e parti di catene di fornitura complesse, allargate ai servizi di progettazione, logistica e assistenza post-vendita.
4. **Industrie della salute:** E' un ambito tradizionalmente presente nel territorio con produzioni di nicchia ma con leadership mondiale, quali la protesica e il biomedicale. La presenza di alcune imprese pivot del settore farmaceutico offre interessanti possibilità di potenziamento dell'ambito, che può beneficiare anche di una sensibilità specifica sui temi del welfare e dell'assistenza, ed una esperienza sul wellness. Nei prossimi anni le industrie della salute diventeranno cruciali per affrontare con successo la sfida dell'invecchiamento della popolazione.

- 5. Industrie culturali e creative:** L'importanza di questo ambito come leva per nuove aree e modelli di business con grandi potenzialità in termini di occupazione (anche giovanile) ad alto valore aggiunto è ben documentata<sup>6</sup> in Europa. Nel nostro territorio esso diventa particolarmente importante sia per la possibilità di valorizzare e rendere fruibile il consistente patrimonio storico-artistico-naturale esistente che per espandere, anche grazie alle nuove tecnologie digitali e avendo a riferimento nuovi target di pubblico, segmenti con potenzialità ancora da esplorare, quali a solo titolo esemplificativo il gaming, l'entertainment, l'edutainment, il turismo culturale, ... Questo ambito di interesse include anche il supporto ai processi creativi e la promozione dei contenuti culturali collegati ai settori maturi, quali quello del made in Italy e della moda, con la possibilità di instaurare nuove intersezioni prodotto-mercato.

## 2.3 Le traiettorie tecnologiche regionali

### 2.3.1 I driver principali

Nel processo di elaborazione delle traiettorie tecnologiche regionali collegate al *priority setting*, sono stati analizzati e considerati i driver di sviluppo principali riconosciuti in letteratura come determinanti a medio-lungo termine.

- 1. Flessibilità, intelligenza, adattabilità:** La capacità dei prodotti, dei servizi e dei sistemi di produzione di adattarsi alle necessità dei destinatari costituirà la chiave del successo. Infatti, le tendenze dei mercati a spostarsi da una produzione di massa ad una ad elevato grado di personalizzazione (la cosiddetta mass customization) rende necessari modi innovativi di concepire, progettare, produrre beni e servizi ed erogarli in modo adeguato alle aspettative. Questa capacità potrà anche favorevolmente influire in un recupero di quote di mercato dell'Europa rispetto a competitor che ancora operano su strategie di prezzo e su produzione di elevati volumi.
- 2. Migliore gestione delle risorse ambientali/energetiche:** la migliore gestione delle risorse disponibili è necessaria sia in una ottica di conservazione delle risorse stesse, che per limitare effetti dannosi sull'ambiente sia, infine, per la diminuzione dei costi di produzione. *Fare di più con meno* diventerà lo slogan dei prossimi anni ancora di più di quanto non lo sia stato finora, e ciò determinerà la necessità di identificare soluzioni più performanti sia in termini di efficienza energetica che di materiali utilizzati, che di servizi associati alla commercializzazione, in una ottica fortemente convergente.
- 3. Seconda e terza vita dei materiali e dei prodotti:** questo driver è strettamente collegato al precedente e ai temi della sostenibilità in tutte le sue dimensioni. Concetti come *Ciclo di vita*, *Riuso* e *Recupero* diventeranno specifiche funzionali per prodotti, processi e servizi fin dal loro concept. Occorre infatti allungare (o allargare) il tempo di vita utile dei prodotti ben oltre la loro vita produttiva, progettando fin da subito le fase di smaltimento, recupero e riuso per obiettivi diversi dagli originali. Queste considerazioni dovranno essere estese non solo alla vita dei prodotti ma anche alla vita dei sottoprodotti (o scarti) che potranno diventare materie prime per altri processi, in una ottica di efficace simbiosi industriale.
- 4. Centralità della persona:** La persona e il miglioramento delle sue condizioni di vita diventeranno il perno dello sviluppo europeo e l'elemento caratterizzante delle scelte

---

<sup>6</sup> Commissione Europea, "Libro verde – Le industrie culturali e creative, un potenziale da sfruttare", COM (2010) 183 def., 2010.

strategiche da effettuare. Vari sono gli impatti di questa considerazione, da quelli ambientali (è da evitare uno sviluppo che ricade negativamente sull'ambiente) a quelli legati alla salute o al diritto a luoghi di lavoro sicuri e confortevoli.

- 5. Gestione del rischio:** La capacità di gestire in modo positivo i rischi connessi ai processi e/o alla conformità a norme potrà orientare in modo importante verso il successo su mercati nuovi e inaspettati. La capacità di ricavare da situazioni fortemente critiche (anche derivate da cause naturali) indicazioni utili per nuove soluzioni tecnologiche o organizzative apre orizzonti di business di grande interesse economico e sociale.
- 6. Invecchiamento della popolazione:** La mutata composizione sociale della popolazione, con una presenza predominante di anziani, determinerà specifiche di prodotto, di processo e di servizio nuove, che dovranno tenere conto di questo segmento di mercato. Questo driver determina in modo significativo le scelte strategiche da effettuare nell'ambito della salute, ma ha impatti molto importanti anche sui nuovi modelli di business e sulle specifiche di prodotti sia ad alto contenuto tecnologico che tradizionali.
- 7. Agenda digitale:** Driver per eccellenza e condizione abilitante per tutte le altre è la necessità di poter contare su una infrastruttura digitale sia in termini di "hardware" sia di "software. Questa infrastruttura si realizza grazie a connessioni ad elevate prestazioni e all'eliminazione del divario digitale, così come grazie alla disponibilità di applicazioni e servizi adeguati alla disponibilità di connettività, basati sulla geolocalizzazione e concepiti con logiche di integrazione e interoperabilità.

### 2.3.2 Le componenti di sistema e abilitanti

Considerando gli obiettivi strategici sopra descritti e le condizioni di rilevanza rispetto ai temi principali nonché i driver di sviluppo attesi, la proposta delle traiettorie di sviluppo regionali sui sistemi di riferimento è stata realizzata tenendo conto dei seguenti aspetti:

- 1. Pertinenza rispetto all'ambito del sistema:** I temi trattati nelle traiettorie sono rilevanti per il sistema o area tematica di interesse ma mantengono una loro generalità anche per ambiti diversi, nello spirito della *related variety*. Le applicazioni al settore specifico o all'area tecnologica principale, a volte descritte nelle singole schede delle traiettorie, devono essere interpretate come modo per chiarire alcuni contenuti piuttosto che come destinazione esclusiva, riconoscendo il valore delle scelte nella generalità piuttosto che nella specificazione, nelle condizioni abilitanti di "*scoperte imprenditoriali*" piuttosto che nelle soluzioni proposte.
- 2. Coerenza con lo stato dell'arte tecnico-scientifico e di contesto:** Le traiettorie tecnologiche proposte sono aggiornate allo stato dell'arte, sia sulla tecnologia in se che rispetto ai suoi ambiti di destinazione. Infatti, poiché come già detto l'obiettivo generale è nel sostegno allo sviluppo del territorio, l'attenzione deve essere rivolta non a soluzioni o traiettorie di frontiera o high tech, ma a soluzioni che consentano avanzamenti di mercato a chi le applicherà. Il punto di attenzione, dunque, è piuttosto sull'adeguatezza rispetto allo stato di sviluppo della destinazione piuttosto che sul grado di aggiornamento in sé.
- 3. Cantierabilità nel territorio e nell'orizzonte di tempo considerato:** Questo aspetto è centrale nell'attività svolta e per l'interpretazione della proposta. Le traiettorie considerate devono dimostrarsi concretamente applicabili nel nostro territorio nell'orizzonte temporale di interesse (2020-2025) sia perché il tessuto economico si dimostra già in grado di adottarle sia perché si possono mettere in atto misure che possono sostenere tale

adozione. Soluzioni interessanti dal punto di vista tecnologico e di mercato che sono troppo lontane da questa situazione non sono state qui considerate (o appena accennate per completezza di trattazione).

Questi aspetti sono stati considerati nei gruppi di lavoro che hanno affrontato il tema specifico nei settori di destinazione, e sono stati affiancati da ulteriori approfondimenti relativi a contenuti di tipo trasversale. Essi rappresentano punti di vista e tecnologie applicabili a tutti gli ambiti e come tali possono essere trattati indipendentemente dalla destinazione. Gli ambiti trasversali trattati sono stati:

- 4. Materiali:** I materiali innovativi, altamente performanti e intelligenti, possono offrire soluzioni applicative utilizzabili nei più svariati ambiti, dai dispositivi per la salute, al packaging alimentare, alla sostituzione di materiali strategici, al miglioramento delle funzionalità tribologiche e superficiali su prodotti meccanici e componenti di macchine. Una linea di lavoro sui materiali, sia relativa allo sviluppo di nuovi materiali che alla loro caratterizzazione per usi specifici è di grande importanza per il sistema regionale, anche per la presenza di esperienze scientifiche di primo livello e di utilizzatori in settori di punta, anche di tipo tradizionale (si pensi, ad esempio, alla funzionalizzazione di componenti per le costruzioni o a compositi per la nautica).
- 5. Ambiente e sostenibilità:** L'importanza dei temi legati alla sostenibilità è già stata discussa. Preme qui sottolineare che essi sono parte di tutti i domini applicativi, e possono mutarne in modo significativo le soluzioni tecnologiche e le aree di business. La gestione corretta del ciclo di vita dei prodotti (Life Cycle Analysis) e la sua valutazione (Life Cycle Assessment) forniscono elementi indispensabili alla definizione del suo Total Cost, connesso all'intera vita del prodotto e non solo alla sua vita utile. La generazione di nuovi modelli di business legati alla gestione delle interazioni con l'ambiente (in senso ecologico) possono determinare aree di competizione nuove. La connessione di settori diversi attraverso il riuso degli scarti del primo come materia prima del secondo, per realizzare condizioni di *Simbiosi Industriale* rappresentano un esempio di *related variety* da proporre come linea per il futuro.
- 6. ICT:** La gestione automatizzata delle informazioni e la loro comunicazione ed elaborazione attraverso reti di comunicazione locali o globali, wired o wireless è alla base di molteplici nuove possibilità per la messa a punto di processi di produzione e prodotti che rispondano alle nuove esigenze di un mercato globale, delocalizzato e con filiere diversamente articolate. La focalizzazione su ICT è la risposta ad una domanda di adeguamento, anticipazione e gestione del cambiamento: ICT infatti è sinonimo di servizi avanzati più che di produzione. La capacità di gestire in modo affidabile grandi quantità di dati può essere al servizio della sanità così come dei sistemi di simulazione applicabili alle macchine per il packaging o ai motori da competizione. I sistemi di georeferenziazione possono determinare la nascita di imprese legate alla valorizzazione dei beni culturali così come ai servizi turistici. La possibilità di interagire con gli oggetti, anche da remoto, attraverso Internet, consente la messa a punto di numerosi servizi utili sia per la vita di tutti i giorni così come sia per il business. Un'attenzione specifica va dedicata alla pubblicazione di dati come 'open data da parte della Pubblica Amministrazione che può aprire segmenti di mercato interamente nuovi.

### 2.3.3 La composizione dei gruppi di lavoro

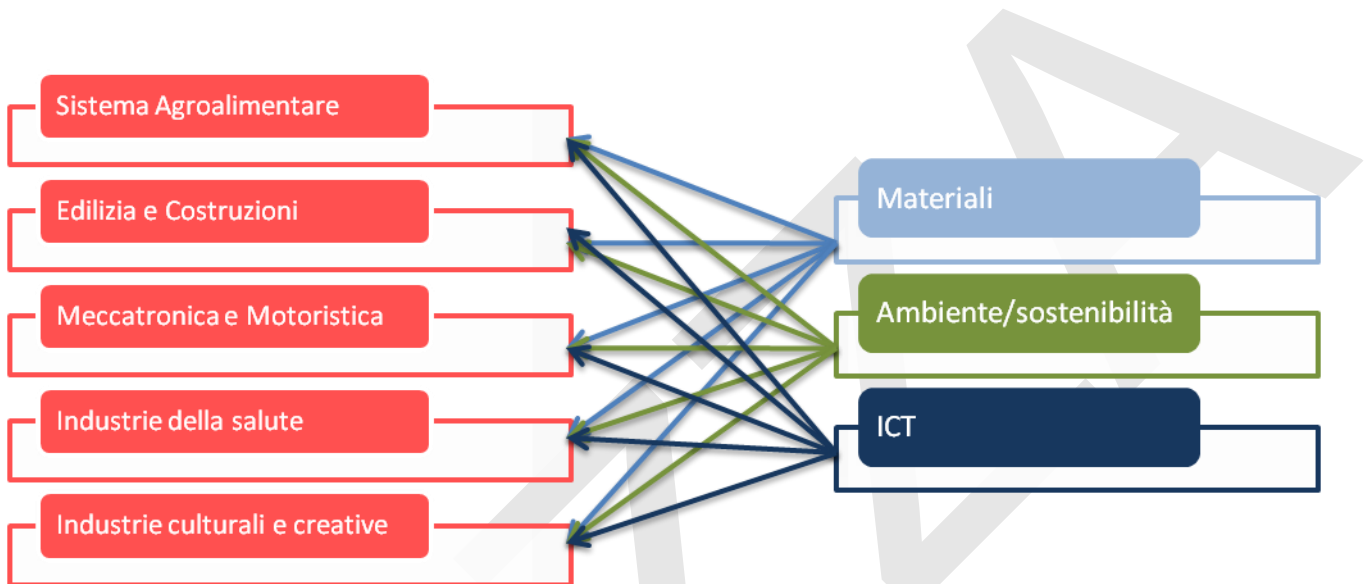
I gruppi di lavoro (gdl) che hanno svolto l'attività qui descritta sono stati composti secondo i seguenti criteri:

- 1. Competenza:** l'insieme dei membri dei gdl hanno assicurato, con le loro competenze, la copertura disciplinare dei temi che sono stati trattati. Tali competenze sono state utilizzate soprattutto per la visione di prospettiva, l'analisi del mercato e dello stato dell'arte, la proiezione verso il futuro.
- 2. Tipologia di esperienze:** è stato realizzato un mix di rappresentanti di imprese connesse all'ambito affrontato (in senso largo) e ricercatori nei diversi ambiti disciplinari (con esperienze di ricerca applicata). Quando necessario altri soggetti (ad esempio rappresentanti di iniziative in corso nel territorio o enti regionali con competenze specifiche) sono stati inclusi nel mix allargando il numero di partecipanti. Fanno eccezione a questa considerazione i tre gruppi di lavoro trasversali che hanno visto la partecipazione esclusiva di ricercatori.
- 3. Efficienza dei processi:** le "regole di partecipazione" sono state chiarite fin dall'inizio dell'attività. La disponibilità a **partecipare** a incontri di lavoro ravvicinati nel tempo, a **mettere a disposizione tempo** di lavoro per la redazione di documenti al di fuori delle riunioni e a operare in una **logica collettiva** e **condividere** gli output all'interno del gruppo sono state condizioni per la partecipazione. Il numero dei partecipanti è stato limitato (sebbene più ampio delle previsioni iniziali) per permettere la reale operatività nei tempi stabiliti.

Per la composizione del gruppo di lavoro specifico della tematica Meccatronica e Motoristica e dei tre gdl trasversali si veda il capitolo 5

### 2.3.4 L'operatività dei gdl

Sono stati costituiti cinque gruppi di lavoro sui sistemi rilevanti ai fine della S3 e tre per i temi trasversali. I gruppi trasversali hanno prodotto output che sono stati circolati in modo personalizzato ai cinque gruppi di sistema (si veda schema sotto), che hanno adottato i contenuti in modo diverso a seconda dei casi. Ne hanno fatto una traiettoria addizionale per quelle prodotte internamente o ne hanno utilizzato i contenuti per integrare traiettorie già sviluppate.



Il coordinamento di ciascun gruppo di lavoro e quello complessivo è stato curato da ASTER che ha anche assicurato il controllo di congruenza e completezza dell'attività nel suo insieme.



## 3 Gli INPUT al PROCESSO S3 per l'Edilizia e Costruzioni

---

### 3.1 Il perimetro di riferimento

Il settore delle Costruzioni rappresenta, per l'Emilia-Romagna, uno dei settori economici e occupazionali trainanti e si configura in un sistema fortemente articolato, 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.

Il concetto di "sistema" o di "filiera" (assunto nell'accezione di insieme articolato di attività, tecnologie, risorse e organizzazioni che concorrono alla creazione, trasformazione, distribuzione, commercializzazione e fornitura di un "prodotto finito") applicato al settore delle Costruzioni merita una dovuta specificazione, trattandosi di un settore produttivo non caratterizzato da "linearità" quanto piuttosto da un articolato sistema multi-livello che mette in gioco una pluralità di attori coinvolti (progettisti, costruttori, amministratori, imprese, servizi, società immobiliari, cittadini, ecc.), una realtà produttiva consolidata che si sviluppa in un territorio articolato, stratificato, diffuso e capillarmente integrato con le strutture di ricerca pubbliche e private attive su molti settori portanti dell'economia regionale.

Oggi il settore delle Costruzioni è coinvolto in una crisi che colpisce sia le imprese maggiori (ripercuotendosi sulla catena dei fornitori e subfornitori) che buona parte del tessuto di piccole e medie imprese del settore. La crisi dell'industria immobiliare, e del settore delle costruzioni in generale, a partire dal 2007, ha coinciso con la conclusione di un ciclo economico-finanziario di produzione di valore basato essenzialmente sull'aspettativa di una crescita apparentemente illimitata. Tale presupposto è stato sistematicamente applicato, fino a scontrarsi con una più difficile accessibilità alla leva finanziaria, una ridotta capacità di spesa dell'utente finale ed una minor propensione al rischio imprenditoriale nel settore edilizio (giustificata anche dal pesante accumulo di invenduto ereditato dalla stagione immobiliare appena trascorsa).

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, come avviene già in molti paesi europei.

Tra le molteplici sfide che il settore dovrà affrontare nel breve periodo, 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 in generale, 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 e delle infrastrutture, e della sicurezza del territorio in generale, è diventato per la Regione Emilia-Romagna 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, operare processi "trasparenti", sviluppare tecnologie antisismiche innovative. Il tema della ricostruzione è tuttora un'emergenza regionale, che si può tradurre in direzioni operative strategiche in termini di azioni coscienti e consapevoli, applicabilità

innovativa di molte risorse integrate sviluppate dalla ricerca in rapporto con le migliori imprese del settore.

Qualità energetica, sostenibilità ambientale e sicurezza strutturale, riqualificazione del patrimonio esistente e rigenerazione urbana, qualità architettonica, urbana e vivibilità, riduzione del consumo di suolo, sostenibilità economica, tecnologica, progettuale e processuale: sono queste le direzioni fondamentali tracciate nell'individuazione delle traiettorie tecnologiche prioritarie per il settore regionale delle Costruzioni, analizzate in rapporto al contesto produttivo.

L'Emilia-Romagna, tra le prime regioni nel panorama nazionale per numero di imprese con certificazione ecosostenibile, ha identificato la strada delle green economy come opportunità per una soluzione di ripresa concreta. È di recente chiusa l'Asse 3 "Qualificazione energetico-ambientale e sviluppo sostenibile" promosso dalla Regione che prevedeva un fondo per incrementare gli investimenti delle imprese destinati a migliorare l'efficienza energetica e lo sviluppo delle fonti rinnovabili.

La Comunicazione adottata dalla Commissione Europea il 31 luglio 2012, relativa alla nuova Strategia per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e delle sue imprese (COM/2012/433), punta proprio alla sostenibilità: «Miglioramenti importanti delle attività di costruzione e delle opere di costruzione durante il loro ciclo di vita possono contribuire a rendere più competitivo il settore delle costruzioni e a realizzare un patrimonio immobiliare efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse, in uno scenario in cui tutti i nuovi edifici siano a consumo di energia quasi nullo ed efficienti sotto il profilo delle risorse». Risorse naturali, energia, ambiente e cambiamenti climatici, sono i profili sotto i quali valutare l'impatto rilevante del settore delle costruzioni anche secondo la "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" (COM/2011/0571). Evidente è la spinta della Commissione verso le due tematiche cardine: un uso più efficiente delle risorse lungo l'intero ciclo di vita degli edifici - dall'estrazione delle materie prime per la produzione dei materiali, passando per l'impiego in cantiere e in opera, per quella di demolizione sino ai trattamenti di fine vita- e una riduzione degli impatti sull'ambiente.

Come di seguito più approfonditamente specificato, la Construction Products Regulation (EU) N°305/2011, in vigore dal 1° luglio 2013, introduce un settimo Requisito Essenziale: l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali. Tale requisito prevede che un'opera debba essere progettata, costruita, gestita e demolita in modo che l'impiego delle risorse naturali sia sostenibile e al tempo stesso assicurando la riciclabilità dell'opera e dei materiali dopo la demolizione, la durabilità, nonché che le materie prime e secondarie utilizzate siano compatibili dal punto di vista ambientale. La direzione che il settore e la ricerca stanno intraprendendo prende pertanto in considerazione l'intero ciclo di vita dell'opera (Life Cycle Assessment).

L'interesse crescente per l'applicazione del concetto di costruzione sostenibile sta facendo emergere la necessità della messa a punto di indicatori, codici di calcolo e metodi di valutazione che determinino, attraverso parametri quantitativi, l'effettivo impatto che le opere di costruzioni hanno sull'ambiente nel loro ciclo di vita (si veda a tal proposito la trattazione specifica sui BIM – Building Information Modeling). Il tavolo di lavoro di normazione CEN sta lavorando per consentire un'interpretazione coerente e reciprocamente riconosciuta delle prestazioni e salvaguardare il corretto funzionamento del mercato interno dei prodotti e dei servizi per le costruzioni.

Il lavoro di definizione delle traiettorie tecnologiche prioritarie per il settore delle Costruzioni è stato svolto 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, motori socio-economici nel recepimento dei

contenuti tecnologici abilitanti, ecc.) che, nel processo complessivo, impediscono a quelle innovazioni in grado di incidere in modo radicale sul settore, in senso lato, di trovare applicabilità.

Mettere al centro lo sviluppo tecnologico e d'impresa, logiche di processo verificabili e predisposte all'innovazione (trasparenza del processo e partecipazione) 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.

I comparti fondamentali che caratterizzano la complessità del sistema regionale delle costruzioni comprendono:

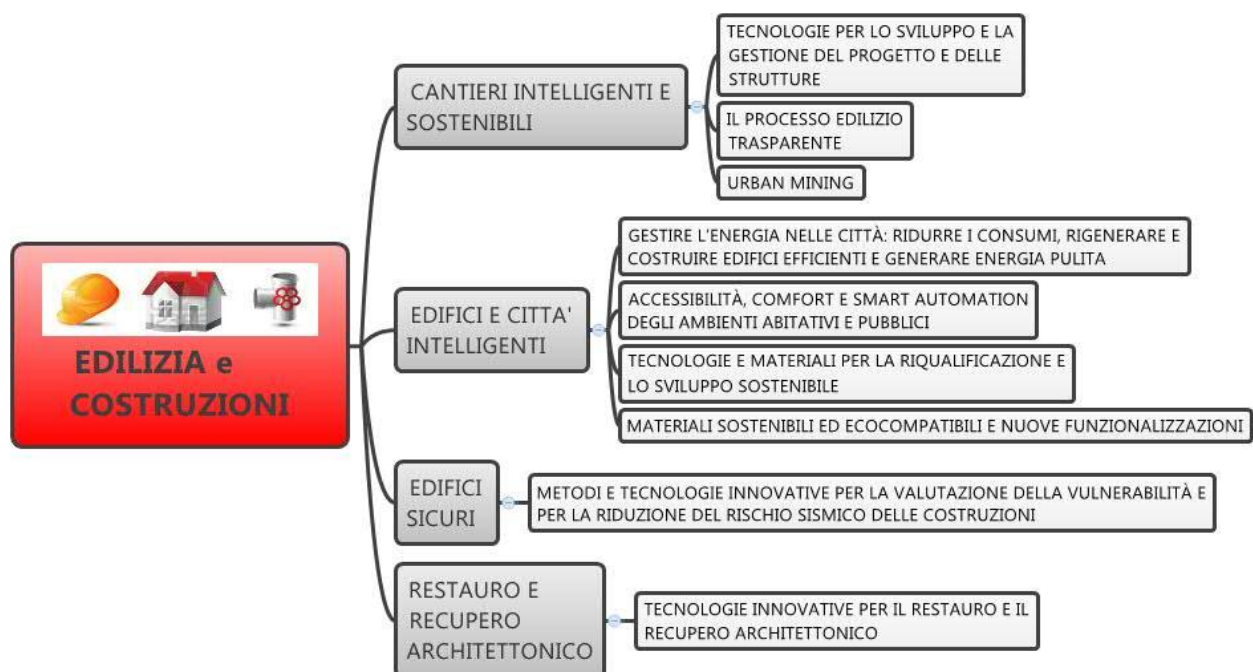
- Imprese di costruzioni
- Imprese di produzione di materiali e componenti per le costruzioni
- Comparto del ceramico
- Industria del legno
- Macchinari e attrezzature per le costruzioni
- Macchinari e attrezzature per produzione di materiali e componenti
- Estrazione materie prime
- Lavori di costruzione specializzati
- Industria chimica (materie plastiche e da rivestimento)
- Materiali e componenti per l'involucro
- Materiali e componenti per le chiusure e per infissi
- Impiantistica e installazione
- Sensoristica e domotica
- Professionisti
- Settore progettazione
- Attività immobiliari e di intermediazione
- Servizi e gestione

## 4 Le traiettorie tecnologiche regionali: Edilizia e Costruzioni

La mappa schematica che segue riassume per macrotematiche le traiettorie tecnologiche che impattano sul settore Edilizia e Costruzioni, suddivise in un primo livello esplicativo degli obiettivi prioritari e che comprende:

- **Cantieri e processi intelligenti e sostenibili**
- **Sviluppo sostenibile nella gestione degli edifici e della città**
- **Sicurezza**
- **Restauro e recupero architettonico**

Il secondo livello mostra le traiettorie tecnologiche evolutive considerate prioritarie per raggiungere tali obiettivi.



Di seguito per ogni traiettoria viene presentata una descrizione e le motivazioni della scelta, la sua possibile evoluzione nel breve-medio-lungo periodo e la fattibilità, evidenziando i principali punti di forza e criticità sia a livello di imprese che di competenze scientifiche presenti in regione.

## Cantieri intelligenti e sostenibili

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

#### 4.1.1 Descrizione e motivazione della scelta

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, anche nella comunicazione alla committenza.

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. Un contributo al problema è dovuto 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 diversi aspetti: dalle simulazioni per il controllo strutturale, a quelle legate al controllo energetico-ambientale, ad un miglior controllo degli aspetti di computo e di stima delle quantità e infine di previsione dei tempi.

#### 4.1.2 Traiettorie di evoluzione

- **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 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. I modelli attualmente diffusi appaiono sviluppati dal punto di vista della qualità grafica e del controllo geometrico, ma carenti per quanto riguarda applicativi o moduli di applicativi che consentano una più facile gestione della visualizzazione del modello e delle informazioni bidimensionali e tridimensionali estratte;

- **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. Nei mercati maturi, in cui il BIM è adottato da tempo, il principale utilizzo del modello BIM è il model checker (applicativo che controlla automaticamente le interferenze tra i sottosistemi, ad esempio strutturale/impiantistico o architettonico/strutturale), che consente un'evidente riduzione degli errori progettuali dovuti a scarsa integrazione tra gli elaborati;

- **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 di acquisire punti di misura con risoluzione dell'ordine di grandezza del mm e accuratezza in coordinate oggetto sub-centimetrica per distanze di presa da una decina di metri fino a qualche centinaio di metri. È uno strumento molto duttile che permette di acquisire informazioni di adeguata precisione e di tale densità da garantire la realizzazione in fase di restituzione dati di un modello tridimensionale dell'oggetto rilevato di precisione sicuramente idonea allo sviluppo di progetti di intervento come ricostruzioni e restauri;

- sviluppo di **tecnologie per il controllo delle deformazioni e i monitoraggi** metricamente accurati: l'utilizzo di strumenti topografici tradizionali, quali stazioni totali robotizzate e strumentazione GNSS, nonché di strumenti definiti geotecnici, come estensimetri e fessurimetri, è di uso consolidato sul mercato dei lavori di monitoraggio. Appare molto utile l'utilizzo delle fibre ottiche in ambito di controllo strutturale: questa tecnologia ha avuto notevole impulso negli ultimi anni ma si deve ancora consolidare l'utilizzo soprattutto dal punto di vista delle dimensioni dell'oggetto da monitorare e della definizione del posizionamento relativo e assoluto degli elementi monitorati nel contesto dell'intera struttura; da questo punto di vista 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 integrata dei dati di acquisizione**: tale evoluzione tecnologica risulta prioritaria poiché l'analisi integrata non consiste nella visualizzazione su diagrammi separati dei dati acquisiti dai vari strumenti ma 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 integrata 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.

### 4.1.3 Fattibilità

Per definire le potenzialità di produttività nell'applicazione del nuovo approccio e delle nuove tecnologie proposti, appare opportuno definire il contesto internazionale, nazionale e regionale.

Scenario Internazionale: esistono due report [1] esplicativi per quanto riguarda gli effetti del BIM sul mercato, in termini di ROI (Return on Investment) da cui emerge, rispettivamente, che quasi la metà (49%) degli operatori attualmente utilizza almeno in parte il BIM, mentre una grande maggioranza di utenti dichiara di aver tratto benefici economici direttamente attribuibili all'impiego del BIM; l'aumento della diffusione del BIM sfiora il 20% in tre anni. La Finlandia è capofila europeo nell'introduzione del BIM, mentre Germania e Paesi Nordici stanno quasi arrivando alla definizione dello standard. I paesi del medio Oriente, il Qatar (dove sono concentrati molti degli appalti più importanti dei prossimi anni), la Cina, la Corea, l'Australia e alcuni dei paesi Brics.

Scenario nazionale: manca un'azione strutturata della committenza pubblica, anche se esistono alcuni casi-pilota [2].

Scenario regionale: si presenta non strutturato; sono presenti competenze, ma necessaria integrazione e sensibilizzazione.

Tra i punti di forza si segnalano i vantaggi riconosciuti e quantificabili laddove venga utilizzato il BIM mentre una delle debolezze è la necessità di una revisione culturale degli attori coinvolti nel processo edilizio, dalla committenza ai professionisti. Il sistema offre la possibilità di migliorare qualitativamente il mercato, le professionalità e i risultati, per tutti gli attori coinvolti, grazie all'avanzamento nella trasparenza degli appalti e della loro gestione, quindi un miglioramento per la società.

In Italia manca una road-map graduale verso l'obiettivo di innovazione generale del settore delle Costruzioni; la minaccia è che il BIM diventi una norma da aggirare, come le tante che appesantiscono il settore, senza che venga colta la portata e la possibilità di crescita che il BIM offre.

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 capitoli 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 e di conseguenza andrà convinto il sistema creditizio e bancario. In una regione come l'Emilia-Romagna che ha raggiunto un relativamente 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.

#### Note

[1] Dopo due studi su Building Information Modeling (2008) e Interoperability (2007), nel 2009 viene pubblicato un report dal titolo The business value of BIM: Getting to the Bottom Line, un'analisi sul livello di adozione del BIM nell'industria delle costruzioni Nord Americana e sui suoi risultati, valutati attraverso le esperienze degli utenti; analizza il costo e il ritorno degli investimenti in questo tipo di tecnologie e i vantaggi operativi e organizzativi che il



BIM ha effettivamente portato. Nuovo report (2012) dal titolo “Business Value of BIM in North America SmartMarket Report” (<http://analyticsstore.construction.com/index.php/2012-business-value-of-bim-in-north-america-smartmarket-report.html>).

[2] L'ultimo rapporto congiunturale del CRESME, il Centro di Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il territorio, ha citato il Building Information Modeling tra i principali driver dell'innovazione; nel documento La rivoluzione BIM, viene presentato come la soluzione per poter abbattere i costi nel comparto delle costruzioni con stime fino al 30%.

## **4.2 Il processo edilizio trasparente**

### **Interfacce e strumenti di comunicazione per il trasferimento dell'innovazione tecnologia nel processo edilizio**

#### **4.2.1 Descrizione e motivazione della scelta**

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

La traiettoria tecnologica in esame affronta quindi il tema della comunicazione nel settore edilizia, prendendo in considerazione strumenti, già applicati in altri settori, che hanno la potenzialità di incrementare il livello di cultura di prodotto e la permeabilità tecnologica del settore.

La congiunturale necessità di un rilancio del settore dell'edilizia [1] richiede in primo luogo lo sviluppo di tecnologie per la gestione dei dati, provenienti da molteplici sorgenti già disponibili e impiegate in diversi ambiti del comparto dell'edilizia e in secondo luogo porta alla necessità di avere a disposizione opportuni strumenti per comunicare, sia al cliente finale che ai diversi attori del processo, 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 eccellenze tecniche e tecnologiche 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 nei componenti implementati per rendere “sicuri e sostenibili” gli edifici.

In un edificio vengono ormai comunemente impiegate tecnologie altamente prestazionali: 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.; e molti di questi componenti integrati non solo “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 per il trasferimento” 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 il grado di consapevolezza e di coscienza critica su tutti i fattori in gioco nel mercato [2].

Una volta portata a regime, questa traiettoria evolutiva produrrà benefici per tutti gli attori coinvolti nel settore delle costruzioni operando sui diversi livelli, dall’azienda coinvolta nella produzione di componenti edilizi all’impresario edile, dall’agenzia immobiliare all’acquirente.

#### 4.2.2 Traiettorie di evoluzione

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 manutenibili, 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 e coerenti, secondo modelli appropriati, le informazioni riguardanti le tecnologie impiegate e le relative ricadute in termini di qualità del prodotto finito (efficienza energetica, sicurezza strutturale e comfort abitativo). La sfida tecnologica percorribile nel medio periodo potrebbe 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). In particolare va favorito un utilizzo degli Open Data al fine di garantire la massima trasparenza ed accessibilità.

- **Big Data [6] 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 e interpretazione al fine di recuperare il gap ormai strutturale che incide pesantemente sulla cultura del prodotto edile; necessità di archiviazione di dati aggregati e interpretazione sul lungo periodo, estrapolando trend che vengono veicolati tramite nuove interfacce di comunicazione del dato (dispositivi touch come smartphone e tablet) e network di pubblicazione web.

- **Comunicazione digitale applicata all'edilizia** [4]: 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).

### 4.2.3 Fattibilità

La Rete Alta Tecnologia si configura come un indispensabile motore di innovazione, capace di operare come volano per una rete di imprese che operano a livello locale, facendo sì che diventino attori di un sistema sinergico volto a strutturare una filiera (o un sistema) trasparente finalizzata alla produzione di qualità edilizia e di componentistica riconoscibili da un pubblico inclusivo.

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 coinvolti sia sul piano dell'aggiornamento tecnico, sia in relazione alle strategie di programmazione ed 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: necessità di modifica del quadro tecnico-normativo, 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 [3]: necessità di operare azioni di corretta comunicazione della traiettoria evolutiva per ottenere il più ampio coinvolgimento possibile.
- Integrazione di processi trasversali tra piattaforme tecnologiche della rete: Va incentivata la permeabilità tra piattaforme tecnologiche in termini di intercomunicabilità tra competenze su temi comuni.
- Adozione di tecnologie abilitanti già disponibili in altri settori: Inserimento delle tecnologie abilitanti individuate dalla comunità europea all'interno delle dinamiche costituenti il sistema dell'edilizia e costruzioni.
- Efficientamento del processo, come strategia per incrementare il livello qualitativo del mercato: presenza di alcuni interessi precostituiti con cui è necessario un dialogo per poter riaggregare e ridistribuire logiche di mercato in una modalità più diffusa sul territorio.

#### Fonti

[1] Tavolo sulla crisi della filiera dell'abitare e delle costruzioni dell'Emilia-Romagna, 22 marzo 2013

[www.regione.emilia-romagna.it/notizie/2013/marzo/cinque-proposte-per-sostenere-ledilizia/le-proposte-per-il-governo](http://www.regione.emilia-romagna.it/notizie/2013/marzo/cinque-proposte-per-sostenere-ledilizia/le-proposte-per-il-governo)

[2] Sfide sociali Horizon 2020 (riferimento più preciso)

[3] Rapporto ERVET sulla filiera delle costruzioni e dell'abitare in Emilia-Romagna

[4] Frost&Sullivan Technical Insights: Top Technologies in Information and Communication Technologies–2013

[5] Frost&Sullivan Technical Insights: Top Technologies in Sensors and Control

[6] Frost&Sullivan Technical Insights: Big Data: The 9 Dimensional Dossier on Revolutionizing Data Management

## 4.3 Urban mining

### Dal recupero dei rifiuti C&D ai nuovi modelli di business per la riqualificazione dell'esistente

#### 4.3.1 Descrizione e motivazione della scelta

Questa traiettoria vuole partire dalla riqualificazione dell'esistente trattando temi quali: la sostituzione di edifici obsoleti ed energivori valorizzandone tutti i materiali di smantellazione (i cosiddetti rifiuti da costruzione & demolizione); 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.

Il settore costruzioni occupa in Emilia Romagna 129 Mila addetti (il 20% degli occupati nell'industria) che diventano circa 207 mila contando le attività collegate e di servizio. Il PIL è di oltre il 12,5 miliardi di euro. Il valore economico del settore in regione è significativo, tanto che vi si trovano 22 delle prime 90 imprese di costruzione italiane (30,5%in termini di fatturato, vi operano 22 dei 54 gruppi industriali di maggior rilievo nazionale (32,3%in termini di fatturato) ed il 24,8% di produttori di impianti a livello nazionale.

L'obiettivo è quello di aumentare il tasso di recupero di materiali provenienti da rifiuti di costruzione e demolizione (C&D), raggiungendo la quota di riciclaggio globale del 70%, come stabilito dalla direttiva quadro sui rifiuti [1], e favorire lo sviluppo economico e i vantaggi ambientali connessi con il trattamento dei rifiuti C&D. I tassi di riciclaggio dei rifiuti C&D variano notevolmente in tutta Europa e gli ostacoli ad un maggiore riutilizzo è di natura tecnica, economica e pratica. L'ostacolo principale per creare una cultura del riciclaggio nel settore delle costruzioni è che gli edifici sono attualmente 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 ad un approccio comune per il settori delle costruzioni nel suo complesso per un migliore recupero dei rifiuti C&D, rivolti principalmente alla riqualificazione e al recupero del patrimonio edilizio esistente, sulla 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 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 nuove 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 scientifico del sistema degli edifici storici, settore in cui l'Italia vanta di 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 anche il mercato dei materiali da costruzione verdi. I 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 potranno sperimentare un percorso di recupero edilizio e nuovi modelli di business associati (i.e. 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 EU in: tasso di recupero del 95% del legno di demolizione (che conseguentemente contribuiscono a diminuire la pressione sulla disponibilità di legno causata da bio-energia); tasso di recupero di inerti superiore a 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 del vetro, inoltre, non solo aiuta a risparmiare le risorse naturali, ma contribuisce anche a ridurre il consumo di energia e le emissioni di CO2 dei siti produttivi, così come un grande vantaggio deriverà dall'aumento della percentuale di metalli estraibili dai C&D.

### 4.3.2 Traiettorie di evoluzione

Tre sono gli indirizzi di innovazione che può assumere la traiettoria:

- applicare **tecniche di smantellamento** invece di demolire l'edificio per consentire la selezione e riciclaggio dei rifiuti C&D per il riutilizzo nel processo produttivo – tecnologie e settori produttivi collegati: 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.

### **4.3.3 Fattibilità**

I soggetti coinvolti nella traiettoria afferiscono sia al settore industriale che a quello della ricerca. In particolare, le imprese del settore Costruzioni coinvolte nel processo sono quelle 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 da costruzione come materiali da costruzione.

Impatto: Questa azione faciliterà il processo decisionale sulla UE, livello di Stati membri, così come nel settore industriale, accrescere la conoscenza dell'UE di materie prime per le diverse parti interessate e si aggiungerà alla trasparenza delle informazioni UE di materie prime.

Impatti: "rifiuti zero" trasformazione delle materie prime, il miglioramento dell'efficienza energetica di trasformazione di almeno il 20%.

#### **Fonti**

[1] Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials

Accessed at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0025:FIN:EN:PDF>

## **Edifici e città intelligenti**

### **4.4 Gestire l'energia pulita nelle città: ridurre i consumi, rigenerare e costruire edifici efficienti e generare energia pulita**

#### **4.4.1 Descrizione e motivazione della scelta**

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 [1]. 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 [2].

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 [3].

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.

#### 4.4.2 Traiettorie di evoluzione

Alla luce del quadro delineato, le azioni strategiche prioritarie in cui investire includono:

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

#### 4.4.3 Fattibilità

Il territorio regionale vede la presenza di Centri di Ricerca, pubblici e privati, di Università, di una diffusa imprenditorialità nell’intero settore delle Costruzioni e di risorse umane altamente qualificate, e di centri di ricerca capaci di operare la governance di grandi programmi ad alto contenuto tecnologico e assicurare i necessari collegamenti e collaborazioni fra i centri di produzione della conoscenza, le imprese e la società nel suo complesso per il trasferimento e la

valorizzazione dei risultati della ricerca e dell'innovazione tecnologica. Il sistema regionale può vantare politiche orientate alla Green Economy e allo sviluppo sostenibile, è dotato di una componente tecnico-scientifica preparata e competente sulla traiettoria delineata. Tuttavia le imprese e i professionisti presentano ancora carenze conoscitive e difficoltà di accesso alle innovazioni necessarie per affrontare efficacemente la traiettoria tecnologica in esame.

La capacità di risposta del sistema regionale dipenderà dallo sviluppo di una pluralità di azioni che partono dal significativo e continuativo sostegno finanziario della ricerca industriale e del suo sviluppo sperimentale sul campo, al trasferimento e diffusione tecnologica dei risultati attesi ai vari operatori del sistema regionale.

Costituiscono punti di forza del sistema la significativa presenza di Cluster, reti, aggregazioni per lo sviluppo di grandi programmi a forte impatto di innovazione tecnologica [4], l'elevato dinamismo imprenditoriale e la significativa presenza di imprese del settore piccole e grandi con forte specializzazione tecnologica, oltre ad una significativa articolazione di imprese produttrici di materiali (ceramica, laterizio, legno) e presenza di 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 regionali, 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 complementarietà 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.

#### Note

[1] In un edificio energeticamente efficiente gli scarichi idrici rappresentano circa il 40% delle dispersioni che un edificio può avere. Per questo il miglioramento dell'efficienza idrica degli edifici permette di ridurre anche gli sprechi energetici. Inoltre l'acqua "consuma energia" non solo nelle abitazioni, ma anche al di fuori di esse in particolare nella fase di distribuzione, e di trattamento dello scarico.

[2] Le attività di riduzione drastica dei consumi energetici negli edifici sono da tempo obiettivo strategico della Comunità Europea che, dopo la Direttiva 2002/91/CE, ha introdotto con la Direttiva 2010/31/EU il concetto di "edifici ad energia quasi zero" aprendo nuove prospettive di studio e di ricerca.

[3] Risparmio, miglioramento dell'efficienza energetica e valorizzazione delle fonti rinnovabili sono tra i temi chiave della politica energetica regionale definita nel Piano attuativo 2011-2013 del Piano energetico regionale. I sistemi integrati edificio-impianto consentiranno al parco costruito di emettere nel 2050 un quarto di CO2 rispetto ad oggi e consumare meno della metà di energia, approvvigionandosi per almeno il 50% da fonti a "emissione zero".

[4] Si citano ad esempio BIPV - Building Integrated PhotoVoltaics, programma di ricerca e sperimentazione di materiali per piastrelle ceramiche con un film sottile fotoattivo funzionante come una cella fotovoltaica e produce energia elettrica dal sole, e ITALICI - Innovazione e Tradizione per l'Avanzamento tecnologico dei Laterizi e l'Internazionalizzazione del Costruire Italiano.

## 4.5 Accessibilità, Comfort e Smart Automation degli ambienti abitativi e pubblici

### 4.5.1 Descrizione e motivazione della scelta

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 (vedi premessa e [1-2]). Grazie alla ricerca già compiuta nel settore 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, tuttavia non ancora realizzata per i motivi tecnici e di business delineati nel seguito. Comunque, già nel 2012, questo mercato a livello italiano ha costituito la parte largamente preponderante (44%) in termini di fatturato fra tutte le soluzioni Internet of Things (800M€ nel 2012, +25% rispetto al 2011 [3]).

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). Si considerino ad esempio gestione adattativa, automatica e context-based, dei principali impianti domestici, assistenza automatica e controllo di operazioni routinarie per persone ipovedenti o con limitata capacità motoria, navigazione assistita e personalizzata di ambienti pubblici di grandi dimensioni;

- **"smart comfort", e-Health e wellness personalizzati**, tramite i) gestione integrata e adattiva dei principali impianti domestici in base alla presenza e alle abitudini dei loro abitanti, anche tramite



acquisizione automatica di pattern ripetitivi e tramite ii) varie forme di monitoraggio (ad es. sensori per indicatori fisiologici in wireless personal area network e sistemi non intrusivi di visione e presenza) e diagnosi remota delle condizioni di salute/benessere, con possibilità di alerting automatico e di suggerimenti persuasivi (persuasive computing) di azioni di compensazione;

- **gestione ottimizzata degli impianti domestici e di ambienti pubblici a fini di efficienza.** Solo per citare alcuni esempi, si pensi i) all'utilizzo sinergico e integrato di sensori/attuatori per la gestione dell'illuminazione (regolazione finestre e oscuranti) e del condizionamento o ii) all'utilizzo sinergico e integrato di informazioni sulla microgenerazione locale di energia (ad es. fotovoltaica), sul consumo locale di energia (ad es. per ricaricare vetture elettriche in parcheggio di ambiente pubblico per dipendenti PA) e sulla integrazione ottimale con rete elettrica adattativa (smart grid) o iii) alla gestione intelligente delle acque di pioggia o grigie a scopo di riuso;

- 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.).

Questa lista, non esaustiva per motivi di sinteticità del documento, mostra il notevole impatto potenziale di SH&SPB non solo in termini di opportunità di business per le imprese nei differenti settori coinvolti ma anche in termini di impatto sociale sui beneficiari finali (cittadini e micro-comunità locali di cittadini). Inoltre, è importante sottolineare che 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 (ad es. nei settori della componentistica, del wellness ed e-Health, della gestione efficiente dell'energia e dell'integrazione dei sistemi software; vedi anche lista in premessa).

#### 4.5.2 Traiettorie di evoluzione

I benefici evidenti illustrati in precedenza non si sono ancora potuti sviluppare in pienezza, specie sul territorio regionale, per alcune motivazioni principali che determinano, al contempo, le priorità strategiche di ricerca, sviluppo, innovazione e trasferimento tecnologico su cui porre l'accento nei prossimi anni (strategia a breve-medio termine, orizzonte temporale 2020). Con l'obiettivo cruciale di accelerare l'ampia diffusione delle soluzioni, queste priorità strategiche includono:

- **facilità di integrazione e interoperabilità.** Un notevole freno al mercato del settore è stato sinora la difficoltà di integrare (anche con capacità dinamiche di adattatività e di composizione) sensori, attuatori e soluzioni software provenienti da manufacturer, system integrator e sviluppatori di applicazioni differenti. Infatti soluzioni single-vendor hanno raramente raggiunto volumi di vendita tali da sfruttare economie di scala importanti e da ridurre conseguentemente i costi. Strategie di chiusura di mercato (vendor lock-in) e problematiche di interoperabilità possono essere combattute efficacemente tramite gateway multi-protocollo multi-interfaccia per l'integrazione communication-level e piattaforme software per l'interoperabilità application-level. Fattori abilitanti centrali includono lo sfruttamento di standard emergenti e di tecnologie semantiche "leggere", adatte a sistemi industriali su larga scala e a basso costo (ad es. basate su Resource Description Framework);

- **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/ framework esistenti a larga diffusione (come, ad es., per crowdsourcing e social networking). 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 (vedi integrazione con smart grid e TTR1) 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 (ad es. ottimizzazione di consumo/microgenerazione di energia in smart grid) e valutazioni di incremento della qualità della vita (nuove funzionalità altamente usabili tramite interfacce di interazione tendenzialmente "invisibili" - pervasive computing). 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. Questo preme nella direzione di soluzioni innovative ad alta scalabilità per stream processing, anche in grado di sfruttare elasticamente risorse cloud dinamiche, a basso costo e facilmente utilizzabili. 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.

### 4.5.3 Fattibilità

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 (vedi premessa). Di conseguenza, riteniamo cruciali alcuni fattori:

- le suddette 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. Le tecnologie utilizzate dovranno prevedere opportunità di ampia interoperabilità e integrazione con sistemi legacy, anche abilitando introduzioni graduali a investimento iniziale ridotto;

- in particolare le funzionalità di efficientamento della gestione energetica in senso lato e di interazione collaborativa come comunità di smart building richiedono una opportuna evoluzione del quadro normativo e tecnico, in modo tale da facilitare l'integrazione dinamica di nuove costruzioni smart e il processamento di informazioni provenienti da sorgenti eterogenee in modo robusto e sicuro;

- 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). Ad es. si consideri il valore aggiunto per manutentori di edifici di grandi dimensioni, capaci di reperire velocemente e dinamicamente, magari sul campo e in realtà aumentata, le informazioni desiderate su caratteristiche di impianto e interventi manutentivi precedenti, riducendo così tempi e costi.

La raggiungibilità degli obiettivi succitati in ambito regionale è rafforzata dal buon mix di competenze ed esperienze già disponibili sul territorio (ad es. nei settori della componentistica, del wellness ed e-Health, della gestione efficiente dell'energia e dell'integrazione middleware/software, tramite la Rete Alta Tecnologia e i laboratori facenti parte delle piattaforme regionali più strettamente correlate, ovvero Costruzioni e ICT - vedi anche premessa). Tale raggiungibilità sarebbe ancora più fortemente abilitata dalla disponibilità di testbed sperimentali dove poter integrare e sperimentare sul campo le soluzioni descritte, fornendo così un playground dimostrativo utile sia agli utenti finali (per percepire concretamente i vantaggi dell'adozione di soluzioni SH&SPB) che come luogo fisico di incontro per le varie competenze coinvolte.

Inoltre, vale la pena menzionare che 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 [4].

#### **Fonti**

[1] Report di Frost&Sullivan 9835-19, May 2012.

[2] Report di Frost&Sullivan "FutureTech Alert", March 2013.

[3] Osservatorio Internet of Things, Politecnico di Milano, 2013.

[4] Solo per citare alcuni esempi, senza obiettivo di completezza ed esaustività, si ricorda il coinvolgimento di differenti Università e imprese regionali nei recenti bandi Cluster (Tecnologie per Smart Communities) e Smart City (ad es. su tematiche di waste management e smart grid) a livello nazionale, così come la partecipazione attiva di differenti Università ed Enti di Ricerca in progetti internazionali su Ambient Assisted Living, su integrazione smart home tramite piattaforme software per interoperabilità semantica e su integrazione smart home in scenari di micro-generazione energetica e mobilità elettrica veicolare, finanziati ad es. da EU FP7 e da Artemis Joint Technology Initiative.

## **4.6 Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile**

### **4.6.1 Descrizione e motivazione della scelta**

In quanto consumatori di grandi quantità di risorse non rinnovabili - in particolare suolo, acqua, energia e materiali - e grandi produttori di emissioni e di rifiuti, la costruzione 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 [1], la riduzione degli impatti ambientali dovuti alla produzione e all'utilizzo degli edifici costituisce una priorità per la UE [2] e si affianca alle specifiche misure finalizzate al contenimento dei consumi energetici in esercizio [3].

Inoltre, il Regolamento Reg (UE) 305/11CPR [4] 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 - immediatamente 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:

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

#### 4.6.2 Traiettorie di evoluzione

L'applicazione del nuovo quadro regolamentare potrà essere ritardato dalla necessità di definire norme tecniche e criteri armonizzati - non ancora emanati - per la determinazione della rispondenza delle opere al 7° requisito, in particolare per la valutazione dei loro livelli specifici di sostenibilità. Tuttavia, 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 preferenziali su cui puntare prioritariamente, anche in relazione alle risorse scientifiche e tecnologiche disponibili in ambito regionale:

- 1) materiali da costruzione: la prospettiva di evoluzione punta a due obiettivi complementari: a) la produzione di materiali, componenti edili e sistemi costruttivi realizzati con processi a basso impatto, con ridotti livelli di energia incorporata ed elevata riciclabilità a fine vita ed elevati standard funzionali; b) 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 edili con basso impatto di processo:** a matrice rinnovabile, ad elevato contenuto di residui riciclati, a filiera produttiva corta. Ambiti prioritari: 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. Ambiti prioritari: 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. Ambiti prioritari: 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

2) 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 ed 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. Ambiti prioritari: sensori e software; apparecchiature per prove in opera, laser e applicazioni di optoelettronica, metodiche di verifica delle prestazioni in esercizio di materiali funzionalizzati/nanomodificati;

- **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. Ambiti prioritari: macchine da cantiere, sistemi di guida assistita, attrezzature robotizzate.

### 4.6.3 Fattibilità

a) 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.

b) 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 di forme più efficaci di cooperazione su specifici programmi di ricerca applicata potrebbe costituire un elemento di accelerazione nella produzione di risultati di rilievo.

c) 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).

**Note**

[1] Comunicazione della CE del 21/12/2005, "Strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali" [COM(2005) 670].

[2] Comunicazione della CE del 31/07/12 relativa alla nuova strategia UE per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e le sue imprese [COM/2012/433].

[3] Direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

[4] Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

## **4.7 Materiali sostenibili ed ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni**

### **4.7.1 Descrizione e motivazione della scelta**

Attualmente, la ricerca sulla sostenibilità ed eco-compatibilità dei materiali investe un campo assai vasto, che per facilità di analisi si considererà diviso in due grandi sottogruppi: Materiali provenienti da materie prime rinnovabili e Materiali caratterizzati da basso impatto ambientale.

- 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, etc.) per realizzare nuovi prodotti o per migliorare l'impronta ambientale dei materiali tradizionali (ad esempio come alleggerimento nell'impasto di laterizi o materiali ceramici: i mattoni contenenti argille locali e componenti rinnovabili come la paglia hanno un impatto ambientale inferiore rispetto ai mattoni 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, etc.) 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 [1]. Molto interessante appare anche la possibilità di lavorare e reimpiegare i materiali di scarto dell'industria agroalimentare, con ricadute utili in molte diverse filiere.

- Materiali Ceramici: protagonista della tradizione edilizia italiana, il mercato della ceramica ha avuto un'impennata a partire dagli anni Sessanta e Settanta, lo sviluppo delle tecniche di produzione e del prodotto finito sono stati al centro di studi e osservazioni durante gli anni Ottanta ed è tutt'oggi un tema di grande attualità. La Regione Emilia Romagna è leader nella produzione della ceramica da oltre 50 anni grazie a ricerca e innovazione e da solo il comparto industriale delle ceramiche rappresenta l'81% della produzione nazionale. Negli ultimi 10-15 anni i mercati emergenti, in particolare la Cina, ma in arrivo anche Turchia e altri, hanno sfidato la competitività regionale con prodotti sempre più tecnologici e risposte sempre più veloci alle nostre innovazioni.

Anche il grande formato, forte innovazione fino a circa due anni fa, è diventato oggi una proposta su scala internazionale. I materiali di rivestimento ceramico, in particolare nel settore edilizio e dei complementi per l'edilizia, hanno avuto un notevole sviluppo innovativo negli ultimi anni: lo



spessore ridotto e i grandi formati (fino a 1,5 x 3 m) hanno consentito molteplici utilizzi in interno e come rivestimento delle facciate degli edifici.

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 [2] (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.

Considerando il solo settore delle costruzioni, emerge come esso sia particolarmente energivoro: ad oggi, è il maggior responsabile (circa il 40%) dei consumi energetici in Europa [3] e dell'emissione di gas serra (circa il 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'UE) [4]. Le linee guida delineate in sede di programmazione europea [5] propongono di arrivare, per il 2050, a costruire edifici energeticamente neutri: in questo scenario i materiali per le costruzioni dovranno possedere requisiti idonei a rispondere alle nuove richieste: prestazioni migliorate, ottimizzati nell'impiego, sostenibili.

Secondo un'analisi realizzata da ERVET [6], 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, etc.

## 4.7.2 Traiettorie di evoluzione

Sono state individuate le seguenti linee di sviluppo principali che si ritiene possano essere sviluppate in regione nell'orizzonte temporale considerato:

- **materiali provenienti da materie prime rinnovabili:** attualmente sono presenti aziende che lavorano fibre naturali in modo da produrre nuovi elementi eco-compatibili in sostituzione di elementi prodotti da materiali sintetici (fibre di legno per isolanti termici e cassetture a perdere destinati all'edilizia, fibre per la realizzazione di nuovi compositi, destinati ad oggetti di uso quotidiano). 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. Nello specifico, si dovrà investire nelle tecniche legate all'ingegnerizzazione delle fibre naturali per ottenere nuovi compositi con fibre naturali, un settore estremamente promettente.

- **materiali caratterizzati da basso impatto ambientale:** per ottenere uno sviluppo sostenibile (cit. green economy) e consapevole sono necessari metodi, strumenti e l'adozione di alcune politiche comunitarie. Tra questi strumenti, 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 lungo il ciclo di vita, in linea con indicazioni e standard provenienti dalla normativa. Attualmente vi sono molti studi e modelli per definire indicatori di impatto ambientale dei materiali [8]; nel medio-lungo periodo si auspica una integrazione tra i diversi approcci in modo da rendere più comprensibile e interoperabile la determinazione dell'impatto ambientale di un materiale. Secondo Frost & Sullivan [9], attualmente (2013) sono già disponibili materiali per rendere più efficienti dal punto di vista energetico sia edifici che veicoli e altri prodotti industriali; entro il 2020 sarà possibile migliorare la pervasività di questi materiali verso l'obiettivo "from cradle to cradle" (dalla culla alla culla: la rinascita dei materiali a fine utilizzo).

- **materiali da riuso (MPS),** 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: materiali plastici, metallici, vetrosi, ma anche il reimpiego di pneumatici per manti bituminosi. Ciò è facilitato dalla presenza di specifici consorzi per il riciclo di carta, materiali plastici e metalli, che promuovono azioni e politiche diffuse, e mettono a sistema il ciclo del riuso e di seconda lavorazione dei materiali. In particolare, per il settore edile sono stati sviluppati in Regione i blocchi di laterizio ecocompatibili da scarti di riciclo e l'impiego di materie prime seconde per prodotti ceramici sostenibili. Le tecnologie per il reimpiego di materiali da raccolta differenziata sono ormai ben consolidate e variano a seconda del materiale da trattare; è in atto una ricerca continua e trans-disciplinare soprattutto nell'uso di MPS per migliorare le prestazioni dei materiali tradizionali [10] (ad esempio impasti innovativi per laterizi comuni con additivi provenienti da reflui del settore agro-alimentare, per incrementare la formazione dei pori, ridurre inconvenienti durante la combustione, ridurre la materia prima pregiata di base, o ancora piastrelle ceramiche con introduzione di materiale vetroso proveniente da rifiuti certificati). Lo studio del riutilizzo di materiali di scarto di lavorazioni o di Materie Prime Seconde sarà uno dei settori chiave, da un lato per gestire i rifiuti solidi, dall'altro per contenere l'impatto ambientale e sfruttare sinergicamente le possibilità del reimpiego di molti materiali a fine vita.

- **materiali Ceramici:** il mercato nel campo della ceramica per edilizia è già da qualche anno attento all'evoluzione della forma e delle dimensioni del prodotto finito ma anche alla componente sostenibile del materiale stesso anche per quanto riguarda la ceramica fotocatalitica di cui si ritiene necessario un approfondimento volto a migliorare la resa e l'estetica di un



materiale che ha già un posto crescente nel mercato. La ceramica come materiale flessibile e versatile adattabile ad applicazioni di rivestimenti su superfici rettilinee e curve, sfidare i limiti formali e fisici del materiale. L'unione delle molteplici prestazioni e funzionalità della ceramica combinate con la tecnologia del solare-termico e del fotovoltaico ampliando così il campo di azione e applicazione dell'uno e dell'altro componente. Enfaticizzazione e potenziamento della ricerca e produzione attuale di prodotti fotocatalitici con assorbimento di CO<sub>2</sub> / SO<sub>2</sub> / Ozono e NOX con la funzione autopulente e di rimozione delle molecole inquinanti. La regione Emilia-Romagna, all'avanguardia nel settore, offre un terreno fertile per sviluppare ed evolvere questo tema investendo nella stretta collaborazione tra studi di ricerca universitaria e professionisti del campo. L'investimento dovrà essere orientato all'approfondimento delle possibili prestazioni che l'unione di queste due tecnologie possono apportare nel mercato dell'edilizia passando attraverso una razionalizzazione del sistema produttivo che ad oggi risulta ancora legato a processi empirici non sempre controllabili.

- **geopolimeri**, termine che descrive un'ampia varietà di materiali compositi. I geopolimeri a base allumino-silicatica sono "ceramiche" consolidate per reazione alcalina (alkali bonded ceramics, ABCs) cioè appartengono alla classe delle "ceramiche" consolidate chimicamente (chemically bonded ceramics, CBCs): materiali assimilabili alle ceramiche possono essere prodotti utilizzando una reazione chimica e non la sinterizzazione. Le ceramiche consolidate per via chimica presentano parecchi aspetti importanti: basso costo, perché possono essere prodotte a bassa temperatura, si evitano stress termici dovuti ai gradienti di temperatura, stabilità dimensionale, possibilità di produrre il materiale in situ. Inoltre i geopolimeri sono sviluppati seguendo i principi della "chimica verde" poiché 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. La tecnologia dei geopolimeri permette la produzione di una vasta gamma di materiali che trovano già applicazioni in vari settori industriali; inoltre, consentono l'utilizzo di materiali con proprietà ceramiche, con le stesse modalità di alcune materie plastiche, rimuovendo gli equipaggiamenti pesanti e le alte temperature dagli impianti ceramici industriali. In questa prospettiva si è già registrata una propensione alle aziende del territorio a valutare e ottimizzare l'uso degli scarti di produzione per realizzare materiali innovati e performanti.

Le applicazioni nel settore edile e delle costruzioni si possono riassumere in: miscele di cementi per applicazioni strutturali, cementi con alta resistenza agli acidi e al fuoco, riparazione esterna ed ammodernamento di vecchie strutture, materiali da costruzione a bassa tecnologia, piastrelle e mattoni a basso impatto energetico.

### **Funzionalizzazione di superfici**

In particolare, le tecnologie di rivestimento sono considerate attualmente come tecnologie chiave e strategiche in tutti i paesi avanzati, grazie alle loro capacità di migliorare le proprietà funzionali delle superfici (resistenza all'usura, alla corrosione, bagnabilità, capacità di autopulizia, etc.), e le loro proprietà ottiche (luminescenza, catarifrangenza, etc.), elettroniche e decorative, spesso in modo combinato.

Funzionalizzare una superficie, attraverso l'applicazione di un rivestimento o sottoponendola a particolari processi di finitura, vuol dire ingegnerizzare, progettare e realizzare un sistema composito (substrato + superficie) diversificato e con caratteristiche innovative rispetto a ciascuno dei due componenti. Ciò richiede un approccio multidisciplinare – che fa della ricerca industriale uno dei passi fondamentali - che coinvolge problematiche relative al settore delle materie prime, dei processi, nonché delle tecnologie e dell'impiantistica. Solo per fare alcuni esempi, gli obiettivi

strategici che si possono perseguire e che riguardano nello specifico le caratteristiche delle superfici ceramiche, sono:

- proprietà chimico/biologiche: superfici fotocatalitiche, antisettiche, antibatteriche;
- proprietà micro - nanostrutturali: superfici antiscivolo, idrofobe e autopulenti, oleofobiche, anti-ghiaccio;
- proprietà elettriche/magnetiche: superfici elettrotermiche, superfici antielettrostatiche, schermi magnetici, sensori;
- proprietà ottiche/estetiche: superfici luminescenti, fosforescenti, fluorescenti, catarifrangenti, termocromiche, superfici decorate ad elevata risoluzione;
- proprietà meccaniche/tribologiche: superfici brillanti e resistenti all'usura. I prodotti fortemente innovativi sui quali i gruppi di molti paesi stanno lavorando e per i quali, quindi, è necessario conseguire risultati in tempo utile, sono rappresentati da:
  - materiali speciali (es. titania con attività fotocatalitica, vetroceramici, inchiostri nanometrici, pigmenti con proprietà elettrico-magnetiche, molecole sensibili, compositi organico-inorganico, ecc.) che impartiscono le proprietà desiderate;
  - tecnologie, processi, impianti e know-how necessari a applicare con successo i nuovi materiali nel ciclo produttivo di materiali ceramici (es. ink jet, sol-gel, laser ablation, laser printing, laser sintering, physical vapour deposition, chemical vapour deposition, plasma spray, microemulsioni, 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.

I tempi di ingresso nel mercato di questi prodotti sono differenti a seconda del grado di sviluppo di materiali e/o tecnologie nonché degli ostacoli da superare. Relativamente brevi possono essere i tempi dell'ingresso sul mercato dei prodotti che richiedono l'uso di materiali già in larga misura disponibili o sviluppabili in breve tempo e che possono utilizzare tecnologie esistenti o facilmente adattabili (es. piastrelle con superfici fotocatalitiche, luminescenti, antielettrostatiche; titania nanostrutturata, pigmenti speciali; tecnologie di applicazione rotocolor, sol-gel). Per i prodotti che richiedono l'uso di materiali già disponibili sarebbe almeno auspicabile il mantenimento delle quote export considerato il clima di elevata competitività che caratterizza il mercato odierno dei materiali ceramici. Qualche anno in più potrebbe essere richiesto, invece, per i prodotti che necessitano di materiali e tecnologie, già in parte sviluppati, che devono essere messi a punto per la ceramica e per i quali occorre fare tutto lo scale-up dal laboratorio allo sviluppo pre-competitivo (es. piastrelle con superfici antiscivolo, brillanti e resistenti al graffio; piastrelle con superfici superidrofobiche, sistemi vetroceramici, inchiostri nanometrici, laser ablation). Tempi più lunghi sul medio termine possono essere previsti per prodotti che sono basati su proprietà tuttora oggetto di ricerca di base e che quindi hanno bisogno di tutte le fasi dall'acquisizione delle competenze, alla progettazione e alla verifica della fattibilità, prima dell'industrializzazione (es., con funzioni di barriere magnetiche e sensori; pigmenti speciali, compositi organico-inorganico, etc).

### 4.7.3 Fattibilità

Le politiche regionali mirate al contenimento dei consumi energetici attraverso edifici “green” hanno di fatto creato un driver, una domanda di materiali eco-compatibili che è ben chiara alle imprese del territorio. Per quanto riguarda i geopolimeri e i laterizi alleggeriti, la presenza di un indotto ceramico ben consolidato e localizzato consente inoltre di investire in un sistema di reimpiego di sostanze di scarto e di ricerca di possibili materiali ingegnerizzati. Vi sono competenze disponibili e ben strutturate a riguardo. La produzione della ceramica è una delle realtà industriali più rilevanti della regione ed è grazie all’apporto dell’Emilia-Romagna che l’Italia è la nazione trainante, per questo settore, in ambito europeo.

La presenza di piattaforme tecnologiche potrebbe supportare le imprese nella focalizzazione sul prodotto. Le strategie di valorizzazione degli scarti tesi a trasformare tale materiale in materia prima per altre trasformazioni industriali offrono notevoli opportunità in altri settori produttivi.

D’altro canto le imprese assegnano maggiore importanza alle tendenze più strettamente legate alle tecnologie di produzione, piuttosto che alle specifiche di prodotto; questa è una conseguenza diretta dell’attuale sistema economico regionale, costituito in larga parte da nodi della rete di creazione del valore, con la dominanza dei rapporti cliente-fornitore sul controllo diretto delle specifiche di prodotto. Per quanto riguarda le MPS, si registra da un lato una buona accoglienza delle etichette “green”, ma dall’altro una difficoltà latente a far accettare l’idea che un materiale riciclato sia performante. In generale, per i diversi aspetti trattati, è necessario far fronte al forte investimento iniziale che operazioni di questo tipo richiedono soprattutto quando ci si pone l’obiettivo di ottenere dei risultati in tempi relativamente brevi.

Le imprese, strutturate su dimensioni medio-piccole, sono destinate a lavorare su innovazioni incrementali poiché faticano ad agire “a sistema”.

#### Fonti

- [1] Joint research Centre European Platform on LCA. <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>.
- [2] Report di Frost&Sullivan Innovating to zero
- [3] EU Energy and transport in figures, statistical pocket book
- [4] Proposal for recast on the EPBD, Impact Assessment
- [5] European Initiative on Energy Efficient Buildings, Scope and vision
- [6] “Green Economy in Emilia Romagna- Il mondo produttivo e la green economy”, a cura di ERVET, aprile 2010.
- [7] K. Vercammen, K. Van Acker, A. Vanhulsel, J. Barriga, A. Arnsek, M. Kalin, J. Meneve; Tribological behaviour of DLC coatings in combination with biodegradable lubricants; Trib. Int. 37 (2004) 983 - 989.
- [8] Protocollo ITACA; German Blue Eco Angel; Environmental Choice Program (ECP) e altri
- [9] Frost & Sullivan Technical insight. Environment & Building, 16th december 2011, <http://ti.frost.com/>
- [10] Green Economy, scenari ASTER 2012.
- [11] N.J. Fox, G.W. Stachowiak; Vegetable oil-based lubricants -A review of oxidation; Trib. Int. 40 (2007) 1035-1046.
- [12] K. Carnes; Offroad hydraulic fluid beyond biodegradability; Tribology & Lubrication Technology, Sep. 2004 33-40.
- [13] A. Pattersson; High - performance based fluid for environmentally adapted lubricants; Trib. Int. 40 (2007) 638 - 645.

## Edifici sicuri

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

#### 4.8.1 Descrizione e motivazione della scelta

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 [1], 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. Tali problematiche sono tuttavia comuni a molto del patrimonio edilizio nazionale.

Al fine di incrementare il livello di sicurezza delle strutture costituenti il patrimonio edilizio, è necessario sviluppare e impiegare tecniche di indagini conoscitive del patrimonio edilizio, il quale deve essere per l'appunto compreso e salvaguardato attraverso la progettazione di interventi di adeguamento/miglioramento sismico [2] con l'impiego di tecniche e tecnologie innovative che consentano di incrementare la capacità delle strutture di rispondere alle possibili azioni sismiche, sia frequenti che rare, limitando i danni (nel caso di azioni lievi) o garantendo la sicurezza delle persone (nel 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 [3], che recepiscono i principi dell'Eurocodice 8 [4]), la vita utile di una costruzione è un parametro che entra direttamente nella valutazione dell'impatto ambientale ed economico (Life Cyclic Assessment LCA and Life Cyclic 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, in quanto le carenze a livello di materiali portano il livello di sicurezza di tali costruzioni prossime 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.

#### 4.8.2 Traiettorie di evoluzione

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:

1. Metodi semplificati per una valutazione preliminare della vulnerabilità sismica di grossi patrimoni edilizi.

2. Metodologie innovative per la conduzione di test in situ su edifici esistenti e correlazione dei risultati per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle strutture.
3. Monitoraggio delle strutture esistenti (quadro fessurativo o stima delle caratteristiche modali delle strutture).
4. Studi per la valutazione dell'efficienza in termini di durabilità dei materiali da costruzione.
5. Tecnologie per il rinforzo e l'adeguamento sismico delle strutture attraverso materiali innovativi.
6. Sistemi innovativi per la dissipazione dell'energia e l'attenuazione delle forze sismiche agenti sulla struttura.
7. 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 (Italia, Turchia, Grecia) 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 necessitino di uno studio mirato di vulnerabilità sismica dal quale si evincano le carenze strutturali che devono essere sanate.

Dopo l'individuazione degli edifici con maggiori carenze strutturali, per poter eseguire una corretta progettazione degli interventi di adeguamento sismico è necessario stimare le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la struttura attraverso specifici test in situ i cui risultati dovranno essere correttamente impiegati attraverso modelli di correlazione per la determinazione delle proprietà meccaniche necessarie per le fasi progettuali. Inoltre, per la valutazione del comportamento nel tempo della struttura in oggetto possono essere impiegate tecniche di monitoraggio 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 ed acquisizione dati (basati sulla tecnologia MEMS) che permettano il trasferimento real-time dei dati (wi-fi, ethernet, etc.). Tali strumenti consentiranno una più semplice gestione dei dati ed il loro filtraggio in base alle proprietà richieste (ad esempio in prove dinamiche picchi di risposta in un certo arco temporale), incrementando dunque 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 delle strutture, 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 indubbiamente adatti per il rinforzo di travi, pilastri e connessioni travi pilastri in cemento armato poiché in grado di sostenere elevati sforzi [5]. 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 già attualmente in uso nel mercato edilizio, ma risulta ancora carente la conoscenza delle effettive performance degli stessi. Sarebbero dunque necessarie delle ampie campagne sperimentali che

consentano di definire standard nazionali e metodologie per la certificazioni 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 (Life Cyclic Assessment 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.

### 4.8.3 Fattibilità

I laboratori della Rete Alta Tecnologia possiedono le competenze necessarie per lo sviluppo della traiettoria in oggetto. Negli ultimi anni i centri di ricerca regionali hanno in parte sviluppato alcune delle metodologie e tecnologie indicate. Nel settore delle costruzioni la ricerca industriale prevede l’interazione e lo scambio tecnologico fra i centri di ricerca e il mondo industriale rappresentato dalle aziende produttrici di materiali o di sistemi costruttivi, dalle imprese di costruzioni e dai progettisti [6], [7]. Ciò consente un immediato trasferimento tecnologico dai centri di ricerca alle imprese.

Il finanziamento della ricerca nel settore delle costruzione, che attualmente sta soffrendo per una forte contrazione del mercato immobiliare, avrà una ricaduta positiva per le aziende regionali che vogliano investire sulla produzione di sistemi costruttivi di qualità o sistemi di rinforzo per l’adeguamento/miglioramento sismico. Lo sviluppo delle metodologie e delle tecnologie collegate alla sicurezza strutturale, oltre alle aziende produttrici regionali, coinvolgono diversi soggetti del settore: centri di ricerca, progettisti, imprese di costruzioni, laboratori e produttori di materiali, proprietari di grandi patrimoni immobiliari.

#### Fonti

[1] Legge regionale Emilia Romagna n.19 2009. Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa.

[2] Legge del 1 agosto 2012 n. 122. Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 giugno 2012, n. 74, recante interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012.

[3] D.M. 14 Gennaio 2008. Norme Tecniche delle Costruzioni.

[4] Eurocode 8 (1998): Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

[5] CNR-DT 200/2004. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Existing Structures - Materials, RC and PC structures, masonry structures.

[6] Report di Frost&Sullivan M6A0-18, June 2012.

[7] Report di Frost&Sullivan ADAS NA2F, May 2012.

## Restauro e recupero architettonico

### 4.9 Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico

#### 4.9.1 Descrizione e motivazione della scelta

L'attuale fase caratterizzante l'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 [1], identifica 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, che può determinare nella fase di recupero un valore unico e incrementale di grande potenziale.

Il potenziale di innovazione, trasferimento tecnologico, impatto economico e sociale sui processi di trasformazione del territorio è quindi notevole, poiché permette di innescare un travaso di conoscenze e tecnologie operative dalla frontiera della ricerca verso il recupero diffuso; un atto quello del recupero in cui, tuttavia, rispetto all'intervento di nuova costruzione, si richiede di comprendere diversi fattori (realtà materiale nel suo stato di degrado, realtà geometrica con più alte precisioni e accuratezze, realtà tecnica e tecnologica dei processi costruttivi, la realtà economico/sociale, 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 [2].

#### 4.9.2 Traiettorie di evoluzione

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 (orizzonte temporale 2020):

- **diffusione di tecnologie di pre\_visione** (diagnostico-conservative-morfometriche), non invasive (termografia, sensoristica fisico-tecnica integrata, spettrofotometria, indagini soniche, laser 3D, ecc.) ed economicamente sostenibili volte ad offrire preventivamente lo stato di consistenza geometrica e di conservazione del patrimonio, anche diffuso (travasando le sperimentazioni dal restauro dove sono attualmente più utilizzate) 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 ed integrarsi sempre di più con quelli a secco (anche perché più energeticamente efficienti) e molte tecnologie tradizionali dovranno rientrare quantitativamente nel processo edilizio. In questa direzione il mercato necessita di integrare componenti e processi tecnologici, le cui priorità strategiche includono:

- tecniche costruttive leggere e migliorative (efficienza energetica, sismica, acustica, antincendio), 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 [3] 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;
- sviluppo di tecnologie di formatura automatica in stampo di compositi a fibra corta (per contrastare i costi elevati dei processi di fabbricazione di componenti in materiale composito dovuto essenzialmente all'elevato uso di manodopera);
- 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; i compositi a matrice polimerica garantiscono reversibilità, trascurabile invasività estetica e geometrica, assenza di nuovi pesi sulle strutture, assenza di fenomeni di ossidazione, ecc. e possono essere applicati a strutture in cemento armato, legno e muratura;
- 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; materiali polimerici dotati di proprietà autoriparanti ottenute mediante inglobamento nella matrice di un catalizzatore e di un monomero di riparazione o attraverso interazioni supermolecolari

- 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. In questa direzione entro il 2020 si prevede che la ricerca punti ad offrire gli strumenti per un'ottimizzazione di processo, che consenta alle imprese edilizie di poter fare scelte economicamente consapevoli all'interno del mercato dell'innovazione tecnologica dei prodotti e dei componenti;

- **cantiere laboratorio di innovazione:** il cantiere di restauro è un cantiere-laboratorio di sperimentazione; anche il cantiere del recupero diffuso dovrà offrire un'immagine e una sostanza totalmente diversa, 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. Serviranno nuove macchine, nuove modalità di verifica dei materiali riciclati in situ, ciò che era "bagnato" diventerà "secco" oppure tornerà a far parte di altre consistenze materiali in nuove forme e con nuovi leganti.



### 4.9.3 Fattibilità

Le criticità si possono identificare in alcuni punti:

- Evoluzione del quadro tecnico normativo in un modello semplificato e condiviso da tutti gli attori;
- Trasformazione dei parametri di fiscalità urbana applicabili dalle PA al patrimonio esistente (utilizzato, non utilizzato, sottoutilizzato, energivoro, vulnerabile sismicamente, ecc.), riduzione dell'incidenza delle rendite, tassazione trasparente dei capital gains da trasformazione, 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 attraverso un'ottimizzazione di processo che prevede di rendere trasparenti i diversi passaggi di ogni fase di trasformazione e realizzazione, 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.

Fattibilità:

- La Regione possiede sia sul versante della ricerca che delle imprese le competenze per attivare il processo sul piano tecnologico (integrazioni di componenti e processi tecnologici): sono fattori di conoscenza in parte già acquisiti e sperimentati che devono essere ottimizzati per una diffusione applicativa e il cantiere della ricostruzione post sisma può essere un importante banco di prova, anche per l'attivazione di collaborazioni attive a livello nazionale e internazionale (come è già avvenuto fin dai primi mesi dopo il sisma);

Dal punto di vista delle imprese si stanno già sviluppando virtuosi casi di integrazione tecnologica (ad es. ibridazioni di strutture in cemento armato con pannelli leggeri in legno e fibra e nuove funzionalizzazioni dei materiali tradizionali) che devono essere tuttavia valorizzati e diffusi;

Le principali categorie industriali e artigianali del settore delle costruzioni sono disponibili a questo passaggio e anche il mondo delle professioni tecniche (fortemente in crisi come quello dell'impresa) è indirizzato a questo nuovo mercato: lo sforzo sarà nei prossimi anni soprattutto quello di formazione e di verifica/certificazione dei livelli di competenza acquisiti.

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.

#### Fonti

[1] Cfr. il documento elaborato a seguito del Tavolo sulla crisi della filiera dell'abitare e delle costruzioni dell'Emilia-Romagna, 22 marzo 2013:

<http://www.regione.emilia-romagna.it/notizie/2013/marzo/cinque-proposte-per-sostenere-ledilizia/le-proposte-per-il-governo>

[2] Si veda a tal proposito la declinazione degli ambiti prioritari declinati dal bando Smart Cities and Communities, che, recependo gli orientamenti europei di "Horizon 2020", annovera tra i temi prioritari l'inclusione sociale e la conservazione del patrimonio culturale (promuovere lo sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche per la diagnostica, il restauro, la conservazione, la digitalizzazione, la fruizione dei beni culturali materiali e/o immateriali, al fine di valorizzarne l'impatto in termini ambientali, turistici e culturali, e di favorire l'integrazione di servizi pubblici e privati innovativi, anche con riferimento alla capacità attrattiva dei territori), unitamente allo sviluppo di nuove soluzioni, tecnologie e nuovi materiali ad alte prestazioni.


[3] La "Banca della calce", start up emiliana nata nel 2009, offre al mercato del restauro architettonico e dell'edilizia eco-sostenibile calce certificata, compatibile con la materia antica, ecosostenibile nei processi produttivi, ecc.

## 4.10 Tavole di correlazione

Nelle tabelle a seguire vengono presentate le connessioni tra le traiettorie tecnologiche individuate e le Key Enabling Technologies, le sfide della società di Horizon 2020 e i Megatrend regionali.

KETs	BIOTECNOLOGIE INDUSTRIALI	NANOTECNOLOGIE	MICRO-NANO ELETTRONICA	FOTONICA	MATERIALI AVANZATI	TECNOLOGIE DI PRODUZIONE AVANZATE	ICT
Gestire l'energia nelle città: ridurre i consumi, rigenerare e costruire edifici efficienti e generare energia pulita			Correlata		Correlata	Correlata	Correlata
Valutazione della vulnerabilità strutturale, monitoraggio e tecnologie innovative per la sicurezza sismica e la vita utile delle costruzioni					Correlata	Correlata	Correlata
Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile		Correlata			Correlata	Correlata	
Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico		Correlata		Correlata		Correlata	
Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture				Correlata	Correlata		Correlata
Accessibilità, comfort e Smart Automation degli ambienti abitativi e pubblici			Correlata		Correlata	Correlata	Correlata
Cantiere trasparente							Correlata
Urban mining						Correlata	
Materiali sostenibili, ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni	Correlata	Correlata			Correlata	Correlata	

Legenda:

	non correlata
	correlata
	molto correlata

<b>SFIDE SOCIALI DI H2020</b>	Sanità, evoluzione demografica,	Sicurezza alimentare, agricoltura	Energia pulita, sicura, efficiente	Mobilità sostenibile	Sfide climatiche	Società inclusive, innovative,
Gestire l'energia nelle città: ridurre i consumi, rigenerare e costruire edifici efficienti e generare energia pulita			Correlata		Correlata	Correlata
Valutazione della vulnerabilità strutturale, monitoraggio e tecnologie innovative per la sicurezza sismica e la vita utile delle costruzioni						Correlata
Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile			Correlata		Correlata	
Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico						
Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture						Correlata
Accessibilità, comfort e Smart Automation degli ambienti abitativi e pubblici	Correlata		Correlata	Correlata	Correlata	Correlata
Cantiere trasparente						Correlata
Urban Mining			Correlata	Correlata	Correlata	
Materiali sostenibili, ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni			Correlata		Correlata	

<b>MEGATREND RER</b>	CITTA' E INFRASTRUTTURE	NUOVA COMPOSIZIONE GENERAZIONALE	GEO-SOCIALIZZAZIONE	CLOUD INTELLIGENTE	MONDO VIRTUALE	NUOVI MODELLI DI BUSINESS	SVILUPPO DELLE RETI E INTELLIGENZA	INNOVATING TO ZERO
Gestire l'energia nelle città: ridurre i consumi, rigenerare e costruire edifici efficienti e generare energia pulita	Correlata		Correlata	Correlata		Correlata	Correlata	Correlata
Valutazione della vulnerabilità strutturale, monitoraggio e tecnologie innovative per la sicurezza sismica e la vita utile delle costruzioni	Correlata						Correlata	Correlata
Tecnologie e materiali per la riqualificazione e lo sviluppo sostenibile	Correlata					Correlata		Correlata
Tecnologie innovative per il restauro e il recupero architettonico	Correlata						Correlata	
Tecnologie per lo sviluppo e la gestione del progetto e delle strutture	Correlata		Correlata	Correlata	Correlata	Correlata	Correlata	Correlata
Accessibilità, comfort e Smart Automation degli ambienti abitativi e pubblici	Correlata	Correlata	Correlata	Correlata	Correlata		Correlata	Correlata
Cantiere trasparente	Correlata		Correlata	Correlata	Correlata	Correlata	Correlata	
Urban Mining	Correlata					Correlata		Correlata
Materiali sostenibili, ecocompatibili e nuove funzionalizzazioni	Correlata							Correlata

**Legenda:**

	non correlata
	correlata
	molto correlata

## 5 Gruppo di lavoro

---

Hanno contribuito alla realizzazione di questo position paper:

### **Gruppo di lavoro Costruzioni**

- Pietro Andreotti, ICIE
- 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

### **Gruppo di lavoro trasversale ICT**

- 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

### **Gruppo di lavoro trasversale Materiali**

- 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

### **Gruppo di lavoro trasversale Ambiente Sostenibilità**

- 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

BONIVA