





# **INNOVAZIONE E SOSTENIBILITA' NEL SETTORE EDILIZIO "COSTRUIRE IL FUTURO"**

**SECONDO RAPPORTO  
DELL'OSSERVATORIO  
CONGIUNTO  
FILLEA CGIL - LEGAMBIENTE**

PROGETTAZIONE E DIREZIONE: Fillea CGIL - Legambiente ONLUS

GRUPPO DI LAVORO:

FILLEA CGIL

Moulay El AKKIOUI - Segretario Fillea Nazionale

Giuliana GIOVANNELLI - Centro Studi Fillea Nazionale

Alessandra GRAZIANI - Centro Studi Fillea Nazionale

Marcella MARRA - Dipartimento Innovazioni Fillea Nazionale

LEGAMBIENTE

Maria Assunta VITELLI - Settore Energia e Clima

Edoardo ZANCHINI - Vicepresidente Legambiente

Katiuscia EROE - Settore Energia e Clima

Gabriele NANNI - Settore Energia e Clima

Marco VALLE - Settore Energia e Clima

Edizione 2013

# INDICE

## Premessa

Presentazione del Rapporto e delle proposte per un'innovazione ambientale del settore delle costruzioni

5

## 1

### L'innovazione energetica nel settore edilizio: gli aggiornamenti legislativi

1.1	L'innovazione energetica nel settore edilizio e le fasi metodologiche della ricerca	11
1.2	Cosa è cambiato nel 2013. Legislazione europea e nazionale	12
1.3	Mappatura regionale dell'innovazione energetica in edilizia	15
1.4	Tabelle di sintesi: normativa regionale per temi ed esempi	15
1.5	Considerazioni di sintesi	25

## 2

### Sviluppo economico, innovazione tecnologica e specializzazione professionale nell'edilizia sostenibile

2.1	La riqualificazione statica e sostenibile come unica possibilità di sviluppo per l'industria delle costruzioni	26
2.2	Definizione nell'ambito della ricerca e fasi metodologiche	28
2.3	L'evoluzione recente dell'innovazione tecnologica nella costruzione e nella riqualificazione degli edifici	29
2.3.1	L'industrializzazione edilizia in legno e in acciaio	29
2.3.2	I componenti e gli impianti per la riqualificazione energetica degli edifici	36
2.3.3	Le tecnologie massive	42
2.4	L'innovazione energetica attraverso l'analisi di buone pratiche nazionali	46
2.4.1	Riqualificazione di un edificio esistente (Classe energetica B)	46
2.4.2	Riqualificazione con parziale demolizione-ricostruzione (Classe energetica A)	50
2.4.3	Housing residenziale pubblico per 18 alloggi a Monterotondo, Roma	55
2.4.4	Esempio di tecnologia antisismica per la riqualificazione strutturale: il nodo gordiano	59

### 3

#### Innovazione e sostenibilità nei materiali e componenti per l'edilizia

---

3.1	Tendenze evolutive nei materiali innovativi per l'edilizia. Le schede dei materiali innovativi: legno, lapidei, laterizi e cemento	61
3.2	L'innovazione sostenibile nei materiali attraverso l'analisi del processo produttivo di materiali di eccellenza	82
3.3	Riqualificazione energetica e bonifica dell'amianto: un caso studio	86

### 4

#### Focus 2013 su reti e infrastrutture. L'innovazione e la sostenibilità delle tecnologie *no-dig* di intervento nel sottosuolo

---

4.1	Tendenze evolutive nelle tecnologie di costruzione nel campo infrastrutturale ed ambientale	89
4.2	Le tecnologie <i>no-dig</i>	90
4.3	Vantaggi economici ed ambientali dell'applicazione di tecniche <i>no-dig</i> per la posa di reti della telecomunicazione	97
4.4	L'impiego delle tecnologie <i>no-dig</i> per la stabilizzazione dei versanti franosi	100
4.5	Applicazioni delle indagini geofisiche per il recupero statico e la riqualificazione degli edifici	105
4.6	Sostenibilità derivante dall'impiego delle tecniche <i>no-dig</i> : focus sulla trasformazione del processo produttivo e della riorganizzazione del lavoro	110

### 5

#### Conclusioni

	Un nuovo scenario sostenibile per le costruzioni: il lavoro possibile	117
--	---	-----

### PRESENTAZIONE DEL RAPPORTO E DELLE PROPOSTE PER UNA INNOVAZIONE AMBIENTALE DEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

Passano per l'innovazione ambientale del settore edilizio diverse sfide cruciali per il nostro Paese. Perché la via di uscita da una crisi drammatica che dura da sei anni - oltre 600mila posti di lavoro persi nelle costruzioni e 12mila imprese chiuse - può essere trovata solo con un profondo cambiamento del settore. Nessuno può seriamente sostenere che si possano recuperare quei livelli occupazionali ritornando semplicemente a fare quello che si faceva in Italia fino al 2008, ossia costruire nuove abitazioni al ritmo di 300mila all'anno, con oltretutto la beffa di non aver contribuito in alcun modo a dare risposta ai problemi di accesso alla casa e di aver invece prodotto un rilevantissimo consumo di suolo. E' importante ribadirlo in ogni occasione: le ragioni di questa crisi non sono solo congiunturali, è cambiato il mondo e si sono modificate le condizioni che hanno tenuto in piedi la bolla immobiliare dalla metà degli anni '90. Altrettanto importante è sottolineare come una strada per tornare a creare lavoro esiste, e in altri Paesi ha addirittura portato a creare più occupati in questo settore di quelli di una gestione "tradizionale". E' una strada diversa da quella che conosciamo perché punta su una innovazione in edilizia che incrocia il tema dell'energia e una nuova domanda di qualità delle abitazioni e di spazi adatti alle nuove famiglie. E' diversa, anche perché porta a far tornare l'attenzione e gli interventi dentro le città, per ripensare gli edifici e riqualificare gli spazi urbani. Risulta quanto mai importante perché in un processo edilizio che ha al centro la manutenzione e la rigenerazione di un patrimonio enorme come quello italiano, con problemi di vetustà e degrado e in un territorio fragile, vi sono più opportunità di lavoro rispetto al continuare a occupare nuovi suoli liberi. Non è un cambiamento semplice, perché è innanzitutto culturale e deve riguardare tutti gli attori della filiera delle costruzioni, le pubbliche amministrazioni, l'organizzazione del lavoro. Ma oggi è ampio il consenso nell'opinione pubblica sulla necessità di dare risposta ai grandi rischi del territorio italiano - quello statico degli edifici e quello sismico e idrogeologico del territorio - con una visione e una strategia che li sappia tenere assieme, che consenta di smetterla di inseguire emergenze sprecando risorse pubbliche per riparare i danni e spostando attenzioni e investimenti su prevenzione, manutenzione, innovazione.

Il Rapporto Oise (Osservatorio Innovazione e Sostenibilità nel settore edilizio) di Fillea e Legambiente prova a definire i profili di questo cambiamento. Questo secondo Rapporto, in particolare, lo racconta mettendo in evidenza l'evoluzione in corso nel settore delle costruzioni, ma anche la direzione che potrà prendere sotto una spinta (dall'alto) di Direttive Europee sempre più ambiziose e prescrittive in termini di prestazioni energetiche, mentre (dal basso) sono tanti i cantieri di una innovazione profonda che riguarda materiali e tecniche costruttive che, se oggi riguarda alcuni esempi virtuosi, domani può diventare pratica diffusa nelle città italiane. In pochi anni il quadro normativo è completamente cambiato, e se qualcuno ha continuato a scommettere che in Italia potesse

ripetersi con le Direttive Europee quanto era successo con la fallimentare applicazione della Legge 10/1991, oggi siamo costretti a rincorrere per recuperare ritardi. Del resto non vi sono vie d'uscita, l'Unione Europea su efficienza energetica e prestazioni degli edifici ha scelto una strada chiarissima, con obiettivi prestazionali, crescita delle competenze e formazione, controlli e procedure di infrazione nei confronti degli Stati inadempienti. L'Italia che in questi anni ha collezionato dei record di segnalazioni e condanne vuole continuare su questa strada? A noi sembra una scelta miope e controproducente, mentre al contrario si devono creare le condizioni per portare non solo alcuni gruppi imprenditoriali e alcune aree del Paese ma anche l'intero settore delle costruzioni in questo processo, recuperando ritardi e problemi di applicazione nelle diverse Regioni, peraltro descritti nella prima parte di questo Rapporto. Se si guarda alle prestazioni dei materiali e alle innovazioni nelle tecniche di assemblaggio e costruzione – ad esempio nella filiera del legno - si capisce la portata di un cambiamento che riguarda lo stesso cantiere e la fabbrica (che ritorna centrale), ma soprattutto le competenze di chi vi lavora. Se si guarda con attenzione a come gli obiettivi prestazionali fissati dalle Direttive cambino completamente l'approccio alle questioni energetiche dentro gli edifici, si può comprendere quanto crescerà l'attenzione nei confronti dell'integrazione tra impianti di riscaldamento e raffrescamento, gestione delle reti elettriche, termiche, idriche, sistemi di produzione da fonti rinnovabili e efficienti. Stessi sguardi attenti sono indispensabili a capire le nuove tecniche di messa in sicurezza degli edifici in zone a rischio sismico, come per il retrofit delle pareti o per le tecniche di escavazione oppure per la bonifica di suoli e edifici. Anche qui il tipo di competenze in cantiere cambia profondamente, ma soprattutto c'è bisogno di più lavoro con migliore formazione, non solo nella fase di costruzione ma anche in quella di gestione e manutenzione, con il vantaggio che stiamo parlando di edifici a consumi di energia "quasi zero", come le Direttive Europee prevedono che siano, dal 2021, tutti i nuovi edifici pubblici e privati. Nel dibattito sul lavoro da creare, infatti, i Green jobs sono soprattutto nuovi posti di lavoro che trovano collocazione nell'evoluzione dei settori tradizionali (dall'agricoltura all'edilizia, dalla chimica verde alle energie rinnovabili) e in una diversa organizzazione del lavoro che può essere il volano della ripresa economica. Perché c'è un mondo da cambiare che passa anche per nuove professionalità e più ricerca applicata nell'innovazione dei materiali e delle componenti del ciclo edilizio.

Il Rapporto Oise è soprattutto il racconto di un futuro desiderabile nell'interesse del Paese e dei suoi cittadini. Il problema è che non sarà affatto scontato che prenderà questa forma, occorrono infatti decisioni politiche per accompagnare questo cambiamento e il coraggio di chiudere le porte con le stagioni dei condoni e di un'edilizia dove è ancora fortissimo il lavoro nero e dove continuano ad esserci troppe morti bianche. Un banco di prova importante sarà quello dell'efficienza energetica. Perché la Direttiva europea 2012/27 prevede impegni chiari e vincolanti da parte degli Stati per fare dell'efficienza energetica la chiave per una riqualificazione diffusa e ambiziosa del patrimonio edilizio. Inoltre la nuova programmazione dei fondi europei 2014-2020 vincola una quota significativa dei finanziamenti proprio per questo tipo di interventi. Per l'Italia è un'occasione straordinaria per avere finalmente politiche coerenti; è già previsto che entro Aprile 2014 sia approvata una strategia nazionale e l'individuazione di interventi di riqualificazione del patrimonio pubblico e privato da finanziare e realizza-

re. Per non perdere queste opportunità occorre creare finalmente **una regia nazionale per gli interventi di efficienza energetica e di riqualificazione urbana** in coerenza con le Direttive e la programmazione europea (attraverso una strategia e un PON per le città), in modo da individuare i criteri per selezionare le priorità e gli interventi da finanziare. Il problema è che oggi vi è una totale confusione di responsabilità tra Ministero delle infrastrutture, Ministero dello sviluppo economico, Ministero dell'Ambiente su chi si debba occupare di efficienza energetica. Se questa situazione non cambia, i fondi strutturali 2014-2020 faranno la stessa fine di quelli delle programmazioni che li hanno preceduti, perdendo l'occasione per farli diventare una leva di sviluppo. Nell'ambito del nuovo quadro finanziario comunitario per l'Italia, le risorse in gioco sono significative: considerando i vincoli per la destinazione a interventi in materia di energia e clima e i cofinanziamenti, si possono mobilitare per l'efficienza energetica almeno 7 miliardi di Euro. Risorse che possono diventare un volano per la riqualificazione urbana, edilizia e territoriale. In uno scenario di questo tipo diventerebbe possibile in poco tempo creare almeno 600mila nuovi posti di lavoro a regime perché legati alla riqualificazione e manutenzione di un enorme patrimonio, che possono arrivare a circa 1 milione considerando tutto l'indotto della filiera delle costruzioni.

Una regia nazionale risulta indispensabile per scegliere e coordinare gli interventi prioritari. **Per la riqualificazione del patrimonio edilizio pubblico**, in particolare, la Direttiva stabilisce che dal gennaio 2014 ogni anno siano realizzati interventi di ristrutturazione in almeno il 3% delle superfici coperte utili totali degli edifici riscaldati e/o raffreddati di proprietà pubblica, per rispettare almeno i requisiti minimi di prestazione energetica della Direttiva 2010/31 con l'obiettivo di svolgere "un ruolo esemplare degli edifici degli Enti pubblici". Per la gestione del patrimonio edilizio di Ministeri, Regioni, Comuni è un cambiamento enorme, che va accompagnato con risorse e obiettivi, analisi e audit del patrimonio, azioni di risparmio energetico e di efficienza del patrimonio edilizio, cambiamenti nei sistemi di gestione dell'energia.

Per innescare questo cambiamento nell'edilizia pubblica occorre realizzare alcune scelte innovative:

- **Stabilire un criterio prestazionale per selezionare gli interventi di riqualificazione da finanziare e realizzare.** E' indispensabile stabilire che potranno beneficiare delle risorse non interventi "generici" di riqualificazione ma solo quelli capaci di ridurre i consumi energetici e di "certificarli" attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, evidenziando il salto di classe energetica realizzato.
- **Escludere dal patto di stabilità gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio** in tutti i casi in cui è dimostrata la riduzione complessiva di spesa di gestione realizzata grazie agli interventi e la fattibilità tecnica e finanziaria dell'intervento. Agli Enti Locali deve essere data la possibilità di realizzare questi interventi direttamente, o attraverso ESCO, in tutti i casi in cui è dimostrato il vantaggio economico attraverso la riduzione complessiva di spesa realizzata grazie agli interventi e la fattibilità tecnica e finanziaria dell'intervento.
- **Introdurre un fondo nazionale di finanziamento e di garanzia per gli interventi di riqualificazione energetica di edifici pubblici e privati.** La Direttiva 2012/27 prevede all'articolo 20 che gli Stati agevolino l'istituzione di strumenti finanziari per realizzare

misure di miglioramento dell'efficienza energetica. Gli stati possono individuare specifici provvedimenti per garantire il fondo e usare anche le entrate derivanti dalle assegnazioni annuali di emissioni di Gas a effetto serra per migliorare la prestazione energetica degli edifici. Uno dei problemi più rilevanti in questo momento in Italia riguarda infatti l'accesso al credito, che in edilizia sconta difficoltà ancora maggiori proprio per interventi complessi come quelli che riguardano il patrimonio edilizio.

Occorrono poi **certezze per la certificazione energetica delle abitazioni, attraverso regole semplici, coerenti e finalmente omogenee** in tutto il territorio nazionale, per migliorare le prestazioni degli edifici, garantendo i cittadini. Dopo anni di ritardi e di contraddizioni tra norme nazionali e regionali e differenze tra territori, servono indicazioni chiare per dare credibilità alla certificazione attraverso controlli indipendenti e sanzioni vere, norme chiare per le prestazioni degli involucri e degli impianti, garanzia su chi può certificare.

Altrettanto indispensabile è dare certezza sulla sicurezza antisismica degli edifici. Continuiamo ad assistere a troppe tragedie senza responsabili, a crolli e sciagure per edifici costruiti male, in luoghi insicuri, senza avere nessuna speranza che qualcosa cambierà in futuro. Questa situazione va superata stabilendo **l'obbligo di dotarsi di un libretto antisismico per tutti gli edifici esistenti**. Il settore delle costruzioni ha infatti la responsabilità di dare certezze alle paure dei cittadini dei rischi legati ai problemi statici degli edifici. Per questo motivo va introdotto il Fascicolo del Fabbricato, che deve rappresentare la carta di identità delle strutture, permettendo così di conoscere il grado effettivo di affidabilità e sicurezza degli edifici in termini di vulnerabilità sismica e rispetto ai rischi idrogeologici dell'area.

Così come per l'edilizia pubblica, occorre una strategia per spingere gli interventi di **riqualificazione anche del patrimonio edilizio privato**. Negli ultimi quindici anni la politica delle detrazioni fiscali ha rappresentato uno straordinario volano per il settore delle costruzioni spingendo la manutenzione del patrimonio edilizio e il miglioramento delle prestazioni energetiche e contribuendo a far emergere una parte del lavoro nero.

E' una politica che crea lavoro, che si ripaga con l'economia, la fiscalità e il lavoro che mette in moto e che se oggi può beneficiare anche dei fondi strutturali deve evolversi per diventare più trasparente ed efficace in termini di risultati energetici che produce attraverso le seguenti modalità:

- **Rendere permanenti le detrazioni fiscali per gli interventi di efficienza.** Il Governo ha appena stabilito una proroga per tutto il 2014 e poi di riduzioni per entrambe queste forme di incentivo. Se si vuole sul serio puntare sulla riqualificazione del patrimonio edilizio occorre dare certezze a questa prospettiva. Occorre rendere permanenti le detrazioni fiscali per gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici, offrendo non solo un orizzonte temporale serio, almeno 4-5 anni per poi verificare i risultati, ma poi rimodulare gli incentivi per premiare i contributi apportati dai diversi interventi e dalle tecnologie in termini di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub>. In questo modo si possono premiare gli interventi edilizi sulle pareti e le tecnologie più efficienti e meno costose e a beneficiarne sarebbero le famiglie in termini di riduzione delle bollette. La ragione dell'importanza di una certificazione energe-

tica “seria” è proprio qui, perché attraverso la verifica della prestazione e della Classe dell’edificio è possibile verificare e premiare l’effettivo risultato raggiunto in termini di consumi. Perché se l’obiettivo è la riduzione dei consumi energetici, la direzione da prendere è quella di incentivare gli interventi capaci di realizzare uno scatto di classe di appartenenza (ad esempio passando dalla E alla C, dalla D alla B o alla C, e per chi raggiunge la A) in appartamenti o complessi immobiliari.

- **Allargare le detrazioni in maniera permanente al consolidamento antisismico degli edifici.** Questa strada intrapresa a partire dal 2013 con la possibilità di detrarre le spese sostenute per gli interventi relativi all’adozione di misure antisismiche e all’esecuzione di opere per la messa in sicurezza statica sulle parti strutturali degli edifici è lungimirante e efficace, e va esattamente nella direzione di dare una prospettiva al grande tema del rischio nel nostro Paese.

- **Reintrodurre gli incentivi per la sostituzione di coperture in amianto con tetti fotovoltaici.** La cancellazione dell’incentivo in conto energia ha infatti tolto a famiglie e imprese una speranza fondamentale di rimuovere dai tetti una fibra letale e il cui utilizzo è vietato dal 1992. Ripristinare l’incentivo è fondamentale perché sono in attesa di bonifica circa 50mila edifici pubblici e privati e 100 milioni di metri quadrati di strutture in cemento-amianto, a cui vanno aggiunti 600mila metri cubi di amianto friabile.

**Occorre cambiare profondamente le forme di intervento nelle città italiane per rendere possibile la riqualificazione energetica e antisismica** attraverso l’utilizzo di risorse comunitarie e nazionali. Questi interventi oggi sono costosi e complicati, ed è per questo impossibile creare opportunità imprenditoriali utilizzando i vantaggi nelle forme di gestione degli impianti energetici in modo da contribuire attraverso i risparmi prodotti al finanziamento degli interventi. In particolare è difficilissimo l’intervento su quella parte del patrimonio edilizio con più abitazioni e piani, proprietà frammentate e con gestione condominiale, dove abitano 20 milioni di persone.

Per spingere interventi di riqualificazione energetica che riguardano interi edifici e che intervengono oltre che sugli impianti anche sull’isolamento termico, in modo da ridurre i fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, occorrono nuovi strumenti:

- **Introdurre un nuovo incentivo per promuovere interventi di retrofitting e messa in sicurezza di interi edifici.** I certificati bianchi per l’efficienza energetica possono essere utilizzati per questi obiettivi, attraverso incentivi che premiano il miglioramento della classe energetica realizzato negli alloggi (per passare dalla Classe G alla B, dalla D alla A), riuscendo così a quantificare il risultato prodotto in termini di consumi e coinvolgendo le ESCO nel finanziare e realizzare gli interventi. L’incentivo legherebbe i vantaggi economici/fiscali a un risparmio energetico reale, certificato (in modo da spingere il miglioramento delle prestazioni e garantire così un vantaggio alle famiglie), e valorizza il ruolo delle ESCO, per riuscire a tenere assieme realizzazione degli interventi da parte di imprese di costruzione, certificazione dei risultati e successiva gestione degli impianti.

- **Ripensare le autorizzazioni per gli interventi di retrofit energetico.** Se in questa direzione stanno andando le sperimentazioni più interessanti sugli edifici residenziali nelle città europee, in Italia realizzare questi interventi è difficilissimo per un quadro di regole sulla riqualificazione in edilizia oramai datato - le categorie sono quelle della

Legge 457/1978, manutenzione ordinaria, straordinaria, ristrutturazione edilizia, - senza alcuna attenzione ai temi energetici. Occorre introdurre una categoria di intervento che aiuti a creare le condizioni tecniche e economiche per rendere vantaggiosi interventi che possano consentire di migliorare le prestazioni delle abitazioni e di garantire risparmi energetici quantificabili e verificabili per le famiglie, oltre che di consolidamento antisismico. Una categoria che preveda di raggiungere determinati obiettivi energetici prestazionali attraverso l'intervento sulle strutture perimetrali ma che, se le condizioni dell'edificio lo permettono, possa beneficiare di vantaggi in termini di organizzazione di spazi e volumi a fronte di obiettivi da raggiungere in termini di consolidamento antisismico ai sensi delle normative vigenti.

Per Fillea e Legambiente il mondo delle costruzioni può diventare il volano della ripresa economica puntando a far diventare la sfida dell'innovazione il traino per riuscire ad affrontare e a risolvere i problemi delle famiglie – dalla spesa energetica all'accesso a case a prezzi accessibili, dal degrado al rischio sismico - e per restituire qualità e valore sociale alle città e a spazi pubblici degni di questo nome.

## 1.1 L'INNOVAZIONE ENERGETICA NEL SETTORE EDILIZIO E LE FASI METODOLOGICHE DELLA RICERCA

Ad un anno dalla pubblicazione del Primo Rapporto OISE (Osservatorio Innovazione e Sostenibilità nel settore edilizio), torniamo ad analizzare il quadro normativo di riferimento per comprendere l'evoluzione dell'innovazione sostenibile nel settore edilizio. La crisi ambientale, economica e finanziaria mondiale, le conseguenze dei molti eventi calamitosi che continuano a susseguirsi nel nostro territorio, condizionano pesantemente il settore delle costruzioni. In un contesto di risorse limitate, cambiamento climatico, età media in ascesa, minor numero di nascite ed elevata presenza di immigrati, occorre una grande flessibilità nelle scelte strategiche per creare città vivibili per tutti e una visione globale di tutto il processo, partendo dalla scala urbanistica fino ad arrivare al dettaglio esecutivo. L'aumento della domanda di energia e il raggiungimento degli obiettivi posti dalla Commissione Europea, mostrano con chiarezza la necessità di interventi radicali rivolti all'innovazione energetica e ambientale, allo 'sviluppo sostenibile' e all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nel settore dell'edilizia.

L'innovazione energetica e ambientale e la sostenibilità edilizia, offrono la possibilità di minimizzare gli impatti del processo edilizio sul contesto ambientale, sociale ed economico e offrono concreti strumenti concettuali e operativi, con cui è possibile rimettere in moto il settore.

L'uso intelligente delle normative e dei finanziamenti è fondamentale per il rilancio dell'edilizia attraverso interventi di trasformazione e riqualificazione urbana.

Questo capitolo del Secondo Rapporto vuole dar conto, in sintesi, della evoluzione normativa recente, per soffermarsi in modo specifico su alcuni effetti che le normative stesse inducono sul territorio nei riguardi dell'innovazione energetica e ambientale.

È nostra convinzione che sia importante approfondire i principali temi dell'innovazione energetica e ambientale in questo settore (in particolare rispetto ai riferimenti normativi che riguardano le prestazioni energetiche, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e la certificazione energetica e ambientale degli edifici), capire se e come si sta modificando la filiera delle costruzioni, se e come sta producendo risultati misurabili, per aprire un confronto sulle scelte e le direzioni perseguite e per comprendere a pieno le potenzialità e i limiti del cambiamento in corso.

Occorre una chiara politica nazionale e un'attenta gestione strategica del processo in atto, in modo che i riferimenti legislativi non fungano da ostacolo o generino incertezza, ma spingano a fare dell'edilizia un settore di punta della green economy, capace di creare posti di lavoro, di riqualificare le città e di raggiungere gli obiettivi fissati dall'Unione Europea al 2021 con edifici progettati e costruiti in modo tale da avere bisogno di una ridotta quantità di energia per il riscaldamento e il raffrescamento, e che questa venga prodotta da fonti rinnovabili.

La legislazione regionale, quando ben impostata e le tante buone pratiche diffuse nelle città italiane dimostrano che l'obiettivo è raggiungibile e potrebbe permettere di aprire una nuova fase per il settore delle costruzioni, ridimensionando fino a sconfiggere la

stagione dell'abusivismo edilizio e del consumo di suolo indiscriminato. In questo capitolo sono sinteticamente descritte le caratteristiche delle principali innovazioni energetiche e ambientali attraverso la lettura delle normative che hanno di recente investito il territorio.

Il lavoro si articola in una prima analisi che delinea lo scenario attuale dell'innovazione energetica e ambientale partendo dalle Direttive Europee fino ai regolamenti edilizi ed agli allegati energetici comunali.

Tale innovazione viene poi analizzata per temi e nei dettagli delineando la situazione regionale e provinciale in materia di rendimento energetico degli edifici e in materia di fonti rinnovabili, a cui fa seguito una mappatura che evidenzia la diffusione del solare termico e del solare fotovoltaico, e della certificazione energetica e ambientale, con relativi esempi di buone pratiche.

Si accompagna infatti alla trattazione teorica la esemplificazione, attraverso una rassegna di buone pratiche nazionali riferibili ai diversi temi affrontati.

L'obiettivo principale di questa sintesi del quadro normativo e dei principali effetti sul territorio, è quello di fornire agli operatori del settore e al mondo sindacale una visione generale utile alla definizione degli scenari prossimi futuri, individuando, in particolare, i temi strategici intorno ai quali il sindacato potrà muoversi e le proposte operative che si possono formulare per sostenere lo sviluppo sostenibile del settore.

## 1.2 COSA È CAMBIATO NEL 2013. LEGISLAZIONE EUROPEA E NAZIONALE

L'Europa ha svolto un ruolo fondamentale rispetto al processo normativo, grazie alle Direttive 2002/91 e 2006/32, che hanno stabilito i criteri per il calcolo dei rendimenti energetici degli edifici ed i relativi requisiti minimi obbligatori, il sistema di certificazione, l'obbligo di effettuare ispezioni costanti sulle caldaie e soprattutto obiettivi, meccanismi ed incentivi per eliminare le barriere che ostacolano un efficiente uso dell'energia e lo sviluppo delle rinnovabili in edilizia.

Il passo più importante è stato quello della **Direttiva 31/2010**, dove si definisce un'accelerazione ancora più forte verso uno scenario nel quale il peso dei consumi energetici legati al settore delle costruzioni si dovrà ridurre significativamente: dal 1° gennaio 2019 infatti tutti i nuovi edifici pubblici costruiti in Paesi dell'Unione Europea, e **dal 1° gennaio 2021 tutti quelli nuovi privati, dovranno essere "neutrali" da un punto di vista energetico**, ossia garantire prestazioni di rendimento dell'involucro tali da non aver bisogno di apporti per il riscaldamento e il raffrescamento oppure dovranno soddisfarli attraverso l'apporto di fonti rinnovabili. Questi obiettivi richiedono una crescita ed una maggiore diffusione delle competenze, la sperimentazione e la definizione di protocolli e regole certe.

L'Italia ha recepito, con il D.Lgs. 192/2005, i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici previsti dalla Direttiva 2002/91, e introdotto riferimenti per favorire lo sviluppo, la valorizzazione e **l'integrazione delle fonti rinnovabili** e la diversificazione energetica. È seguito poi il Decreto Legislativo 115/2008 che ha introdotto scomparti volumetrici per gli edifici con maggiore spessore delle murature esterne e dei solai, in modo da favorire un migliore isolamento termico. Con il DPR n.50 del 2/4/2009 sono stati invece definiti i criteri, i metodi di

calcolo e i requisiti minimi per l'efficienza energetica degli edifici. Il testo fissa i requisiti minimi della prestazione energetica degli impianti e degli edifici nuovi ed esistenti, ed introduce il valore massimo ammissibile di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio.

La novità normativa degli ultimi anni per il nostro Paese è quella relativa al cosiddetto **"Decreto Rinnovabili"**, il DL 28 del 2011, entrato in vigore il 1° Giugno 2012. Con questo provvedimento per i nuovi edifici e nei casi di ristrutturazioni, è diventato obbligatorio fare ricorso all'energia rinnovabile almeno per il **50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria** ed in aggiunta soddisfare sempre da fonti rinnovabili la somma di una parte dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento in quantità sempre più crescenti fino al 2017. Oltre alle rinnovabili termiche il Decreto stabilisce vincoli importanti anche per la **parte elettrica dei fabbisogni degli edifici**. L'obbligo riguarda l'installazione di impianti da fonti rinnovabili proporzionalmente alla grandezza dell'edificio. Per tutti gli edifici pubblici questi requisiti vengono incrementati del 10%.

Ma è sul tema della **certificazione energetica che si sta tenendo la partita più importante**, perché grazie a questo strumento **finalmente anche in Italia si dovrebbe avere la possibilità di valutare correttamente le prestazioni degli edifici costruiti**. Il riferimento in tal senso è il D.Lgs. 311/2006 che ha previsto, a partire dal 1° luglio 2007, l'obbligo di certificazione energetica per gli edifici esistenti superiori a 1.000 m<sup>2</sup> estendendolo dal 1° luglio 2008 a tutti gli edifici e dal 1° luglio 2009 alle singole unità immobiliari nel caso di trasferimento della proprietà. In particolare, il Decreto stabilisce la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche, le ispezioni da effettuare per gli impianti di climatizzazione e la sensibilizzazione nei confronti dei cittadini per l'uso razionale dell'energia. L'ultimo intervento in ordine di tempo è il Decreto Ministeriale del 26 Giugno 2009 relativo alle Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici. Le Linee Guida si applicano nel caso in cui le Regioni o le Province Autonome non siano provviste di proprie normative in merito. Il Decreto stabilisce la durata massima di dieci anni per la validità dell'attestato energetico, scaduti i quali viene rinnovato automaticamente se l'edificio rispetta quanto previsto dalla normativa in vigore. **Le prestazioni dell'edificio, o del singolo appartamento, vengono classificate attraverso una scala (dalla classe A+ alla G).**

Nel corso degli ultimi anni l'Italia è arrivata quasi sempre in ritardo nel recepimento delle Direttive Europee, spesso evidenziando lacune di fondamentale importanza. Infatti dopo due richiami, nel 2010 e nel 2011, è arrivato il 26 Aprile scorso il deferimento alla Corte di Giustizia Europea in merito al mancato rispetto della Direttiva 2002/91.

Finalmente, con lo schema di **DPR approvato dal Consiglio dei Ministri il 15 febbraio 2013**, si è colmato almeno in parte il ritardo normativo e dato risposta alla procedura di infrazione aperta dall'Unione Europea sul recepimento della Direttiva 2002/91, in merito all'accreditamento dei certificatori energetici e sui controlli degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva. Rimangono però ancora da recepire le regole per quanto riguarda i controlli e le sanzioni per gli attestati di certificazione energetica

degli edifici, i livelli ottimali di prestazioni per gli edifici nuovi ed esistenti. **Sulla certificazione energetica degli edifici** la Direttiva prevede che, in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o che questi lo metta a disposizione del futuro acquirente o locatario. Si tratta di un elemento essenziale in quanto permette di avere un quadro chiaro della qualità dell'edificio sotto il profilo del risparmio energetico e dei relativi costi. Tali attestati e le relative ispezioni devono essere, rispettivamente, compilati ed eseguite da esperti qualificati e/o accreditati.

Nonostante l'inserimento di questi provvedimenti è da segnalare **l'ennesima condanna per l'Italia** da parte dell'UE, il 13 giugno scorso, sempre in relazione al recepimento della Direttiva 2002/91.

Il tema a cui il nostro Paese è venuto meno è quello dell'obbligo di mettere a disposizione l'attestato di certificazione energetica in caso di vendita o di locazione di un immobile.

Passi in avanti sono stati fatti con il Decreto Legge adottato dal **Consiglio dei Ministri il 31 Maggio 2013** rispetto alla Direttiva 2010/31 e convertito in Legge del 3 agosto 2013, n. 90.

In particolare il provvedimento modifica, in via d'urgenza, il Decreto Legislativo 192/2005 cercando di porre rimedio alla procedura di infrazione avviata dalla Commissione europea per il mancato recepimento della Direttiva 2010/31/UE. Il Decreto interviene sulla metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e, in presenza di diverse fonti di produzione di energia, rende necessario definire i diversi fattori di conversione e la procedura di calcolo.

Inoltre il fabbisogno energetico annuo globale deve essere calcolato per ogni servizio energetico (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, illuminazione).

Altra novità importante riguarda la modifica dell'Attestato di Certificazione Energetica che diventa **Attestato di Prestazione Energetica**, e definisce in modo univoco i contenuti di quest'ultimo in modo da consentire il confronto su tutto il territorio nazionale, obbligatorio per le Regioni e le Province autonome. La legge regola il rilascio, l'affissione, la durata, l'uso e l'aggiornamento dell'attestato di prestazione energetica. Nel caso di vendita o di affitto viene precisato che il proprietario è tenuto a produrre l'attestato. Viene infine previsto un Piano di Azione per la promozione degli edifici a "energia quasi zero", che dovranno essere edifici a bassissimo consumo di energia non rinnovabile, azzerato mediante la produzione in situ di energia rinnovabile.

Un altro intervento di rilevante importanza dell'Unione Europea è quello del recente **Regolamento 244/2012**, che integra la Direttiva 2010/31 sulla prestazione energetica nell'edilizia istituendo un quadro metodologico comparativo per calcolare livelli ottimali in funzione dei costi, per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi.

## 1.3 MAPPATURA REGIONALE DELL'INNOVAZIONE ENERGETICA IN EDILIZIA

Se si sposta l'attenzione su **quanto fatto dalle Regioni** non solo nel dar seguito ai provvedimenti nazionali ma nell'introdurre criteri, riferimenti, controlli e sanzioni indispensabili per il processo, purtroppo la situazione peggiora.

**Tra le diverse realtà emergono infatti notevoli differenze in materia di prestazioni energetiche in edilizia.** Alcune Regioni hanno emanato provvedimenti che introducono significativi cambiamenti nel modo di progettare e costruire con precise indicazioni per l'uso delle energie rinnovabili, per il risparmio idrico e per l'isolamento termico degli edifici. In altre si è invece percorsa la strada di indicazioni non cogenti, con Linee Guida sulla Bioedilizia, in altre ancora si sono approvate normative che semplicemente promuovono l'edilizia sostenibile.



### LE NORMATIVE REGIONALI SULLA SOSTENIBILITÀ IN EDILIZIA

-  Legge che obbliga interventi di efficienza energetica, fonti rinnovabili e certificazione energetica
-  Legge che obbliga l'uso di fonti rinnovabili
-  Linee guida non prescrittive
-  Semplici indicazioni per la promozione delle fonti rinnovabili



Mapa regionale sull'edilizia sostenibile

## 1.4 TABELLE DI SINTESI: NORMATIVA REGIONALE PER TEMI ED ESEMPI

Per analizzare quanto emerge dal quadro regionale si è deciso di suddividere il tema in alcune categorie principali per descrivere e commentare le norme regionali.

**La prima riguarda il rendimento e l'efficienza energetica degli edifici. Qui spiccano alcune realtà: le Province Autonome di Trento e Bolzano, la Lombardia, il Piemonte, l'Emilia-Romagna, la Liguria e la Valle d'Aosta.**

In queste aree del Paese sono in vigore ormai da tempo delle norme che impongono un limite massimo alla trasmittanza termica delle pareti esterne e una percentuale

minima di schermatura delle superfici vetrate (il 50% in Emilia-Romagna ed il 70% in Liguria, Lombardia e Piemonte) per ridurre gli effetti del soleggiamento estivo. Sempre in Emilia-Romagna i requisiti minimi obbligatori richiesti includono anche le prestazioni per la climatizzazione invernale ed il rendimento medio stagionale dell'impianto termico. Per quanto riguarda i limiti di trasmittanza delle pareti esterne i requisiti più restrittivi sono da individuare in Alto Adige e Trentino: in Provincia di Bolzano il valore massimo ammesso è di  $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  mentre in Provincia di Trento è di  $0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (come in Piemonte e Valle d'Aosta). In Emilia-Romagna ed in Lombardia, per i nuovi edifici e per le grandi ristrutturazioni, vengono imposti limiti di trasmittanza massima delle pareti esterne pari a  $0,36 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

La **Provincia di Bolzano è andata ancora avanti** su questo tema, grazie alla Delibera 939 del 25/06/2012 in attuazione della Direttiva 31/2010. Tra i principali contenuti del provvedimento vi è l'aumento di quota delle energie rinnovabili per gli impianti di riscaldamento, di raffrescamento e di produzione di acqua calda sanitaria. Infatti, il fabbisogno totale di energia primaria dovrà essere coperto per almeno il 40% con energie rinnovabili dal 2014 mentre dal 1° gennaio 2017 questa percentuale dovrà salire almeno al 50%. Inoltre, in caso di sostituzione degli impianti, il fabbisogno totale di energia primaria dovrà essere coperto per almeno il 25% da energie rinnovabili e dal 1° gennaio 2017 questa percentuale dovrà essere pari almeno al 30%.

Viene poi fornita la metodologia di calcolo del rendimento energetico dell'involucro edilizio e della prestazione energetica degli edifici, con i relativi algoritmi di calcolo, che illustra i criteri e la procedura di certificazione energetica degli edifici.

Infine, a partire dal 1° gennaio 2015, gli edifici di nuova costruzione dovranno raggiungere un **rendimento energetico pari o superiore alla Classe CasaClima A**.

Su questi aspetti **le altre Regioni non hanno ancora legiferato e risultano pertanto in forte ritardo; in Puglia, Campania, Lazio, Toscana e Veneto**, Regioni importanti per il settore edilizio e per numero di abitanti, sono presenti solamente Linee Guida sull'edilizia sostenibile, che promuovono ed incentivano il risparmio energetico senza imporre dei limiti. In tutte le altre Regioni non esistono nemmeno Leggi che indichino dei livelli di riferimento e viene fatta soltanto una promozione generica sull'isolamento termico e sui temi del risparmio energetico.

## PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI

REGIONI	OBBLIGHI EFFICIENZA ENERGETICA
Pr. Bolzano	Sì, Classe B CasaClima, schermatura superfici vetrate e trasmittanza massima pareti esterne $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .
Pr. Trento	Sì, Classe B, schermatura superfici vetrate e trasmittanza massima pareti esterne $0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .
Piemonte	Sì, schermatura 70% superfici vetrate e trasmittanza massima pareti esterne $0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .
Valle d'Aosta	Sì, trasmittanza massima pareti esterne $0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ e allaccio a rete di teleriscaldamento se presente entro 1.000 metri.
Lombardia	Sì, schermatura 70% superfici vetrate, trasmittanza massima pareti esterne $0,36 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ e allaccio a rete di teleriscaldamento se presente entro 1.000 metri.
Emilia-Romagna	Sì, schermatura 50% superfici vetrate, trasmittanza massima pareti esterne $0,36 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ e allaccio a rete di teleriscaldamento se presente entro 1.000 metri.

REGIONI	OBBLIGHI EFFICIENZA ENERGETICA
Liguria	Sì, schermatura 70% superfici vetrate e trasmittanza massima pareti esterne 0,40 W/m <sup>2</sup> K.
Puglia	NO, Linee Guida con incentivi su schermatura, trasmittanza, analisi del sito e risparmio idrico.
Lazio	NO, Linee Guida con incentivi per maggiore isolamento e schermatura superfici vetrate.
Toscana	NO, Linee guida su schermatura e trasmittanza.
Campania	NO, Linee guida su schermatura e trasmittanza.
Veneto	NO, Linee guida su schermatura e trasmittanza.
Marche	NO, incentivi per maggiore isolamento e schermatura superfici vetrate.
Basilicata	NO, incentivi per maggiore isolamento e schermatura superfici vetrate.
Calabria	NO, incentivi per maggiore isolamento e schermatura superfici vetrate.
Friuli Venezia Giulia	NO, incentivi per maggiore isolamento e schermatura superfici vetrate.
Umbria	-
Molise	-
Sardegna	-
Sicilia	-
Abruzzo	-



Scuola per l'infanzia - Bareggio (MI) classe energetica A - CENED

E' importante segnalare come per la certificazione energetica siano in vigore ad oggi sistemi molto diversi nelle varie Regioni, con differenze sensibili per quanto riguarda l'accreditamento dei certificatori, i controlli e le sanzioni da applicare.

E' da ritenere un caso a parte quello della **Provincia Autonoma di Bolzano**. Il regolamento nato dal Decreto del Presidente della Provincia il 29/09/2004, il primo in Italia, ha introdotto la certificazione energetica obbligatoria e definito i valori massimi di fabbisogno di calore annuale per riscaldamento negli edifici di nuova costruzione, determinando le categorie degli edifici a cui si applicano tali valori e definito lo spessore di coibentazione che non viene calcolato come cubatura urbanistica. Ai fini dell'ottenimento della dichiarazione di abitabilità, le classi di edifici ammesse dal regolamento dell'Agenzia CasaClima sono le seguenti:

- classe B, quando l'indice termico è inferiore ai 50 kWh/mq l'anno;
- classe A, quando l'indice termico è inferiore ai 30 kWh/mq l'anno;
- classe Gold (casa passiva) quando l'indice termico non supera i 10 kWh/mq l'anno.

La **Provincia di Trento** rappresenta un altro esempio estremamente positivo perché impone per gli edifici di nuova costruzione la dotazione dell'Attestato di Certificazione Energetica che viene rilasciata da un tecnico qualificato che, oltre alla frequentazione di un corso specifico, deve aver superato un esame finale. Dal 1° novembre 2009 inoltre il requisito minimo di prestazione energetica obbligatorio per i nuovi edifici è la classe B, il più restrittivo d'Italia insieme a quello di Bolzano.

**E' importante segnalare Liguria, Lombardia e Piemonte che prevedono controlli e sanzioni** sia in fase di edificazione sia successivamente alla realizzazione degli edifici.

Si tratta di un aspetto fondamentale che molto spesso ed in molte Regioni non viene affrontato. Le ammende riguardano il caso in cui i costruttori degli immobili non consegnino la certificazione energetica al proprietario e quando il certificatore rilascia un attestato non veritiero o dichiara un falso impedimento all'installazione dei pannelli solari. E' interessante notare come con la L.R. 13 del 2007 del Piemonte vengano sanzionati anche i proprietari degli immobili in cui non sono stati installati impianti solari termici integrati nella struttura edilizia, con una multa tra i 5.000 ed i 15.000 Euro. Lo stesso discorso vale per gli impianti di solare fotovoltaico, per i quali la multa varia tra i 2.000 ed i 10.000 Euro. In Lombardia invece la sanzione economica, in caso di mancanza dell'allegato energetico nelle compravendite e nei nuovi edifici, varia tra i 2.500 ed i 10.000 Euro.

In **Emilia-Romagna** i controlli vengono effettuati su un campione rappresentativo (circa il 5% del totale) degli edifici presenti, ancora troppo poco per consentire una corretta verifica di ciò che è stato realizzato.

**In Toscana invece si è persa una grande opportunità: sono infatti previste, in caso di mancanza dell'attestato di certificazione energetica, soltanto sanzioni non pecuniarie e quindi i fabbricati in questione verranno inseriti nella classe energetica più bassa;** tutto ciò è da vedere ancor di più in senso negativo anche in seguito all'allargamento dell'infrazione dell'UE nei confronti del nostro Paese per aver introdotto l'autocertificazione, proprio perché rischia di sfalsare la condizione reale degli edifici non certificati. Un elemento positivo è quello introdotto in **Friuli Venezia-Giulia** con il Decreto del Presidente della Regione del 25/8/2010, con il quale viene regolamentato l'accreditamento dei certificatori energetici. La scelta innovativa è stata quella di agevolare la

certificazione a chi è abilitato anche in altre Regioni, riconoscendo ad esempio i corsi CasaClima e Sacert, in modo da poter velocizzare e semplificare la certificazione a chi comunque ha seguito un corso specifico.

In tutte quelle Regioni, ancora molte, che non hanno legiferato sulla certificazione energetica degli edifici, vige la normativa nazionale entrata in vigore per i vecchi edifici nel caso di vendita nel 2008 e dal 1° gennaio 2012, obbligatoria anche nei casi di nuova edificazione.

Il punto cruciale del sistema di certificazione energetica riguarda le **verifiche** necessarie a testimoniare il rispetto delle norme vigenti. Vanno ancora una volta sottolineati i casi delle due Province Autonome: sia per **Trento** sia nel caso di **Bolzano** i controlli della certificazione riguardano tutti gli edifici e vengono effettuati nelle fasi di progettazione, cantiere e realizzazione degli edifici. Anche in **Lombardia** la legge prevede che i controlli vengano effettuati sulla totalità degli edifici in possesso della certificazione energetica, ma soltanto nella fase finale del processo di costruzione. Negli altri casi la normativa risulta meno chiara ed efficace, basti ricordare che in larga parte delle Regioni non è neanche chiarito chi faccia le verifiche, su quante certificazioni e in quali fasi del processo di costruzione. Ma anche in Regioni che sono intervenute in materia la situazione risulta inadeguata: ad esempio in **Emilia-Romagna** è prevista la verifica del solo 5% degli edifici, in **Toscana** il 4%, in **Piemonte, Valle d'Aosta e Puglia** il controllo viene effettuato "a campione".

## CERTIFICAZIONE ENERGETICA: CONTROLLI E SANZIONI

REGIONI	CERTIFICAZIONE ENERGETICA REGIONALE	CONTROLLI E SANZIONI
Pr. Trento	Si, in caso di nuova edificazione, ristrutturazione, ampliamenti e demolizione e ricostruzione. La classe B è la minima richiesta per gli edifici di nuova costruzione.	Si, i controlli sulla certificazione energetica vengono effettuati dall'Agenzia Provinciale per l'energia, le sanzioni sono quelle previste dal Dlgs n. 192/2005: il progettista che rilascia un attestato di certificazione energetica falso è punito con una sanzione del 70% della parcella; il costruttore che non consegna al proprietario l'originale della certificazione energetica è punito con una sanzione tra 5.000 e 30.000 euro.
Pr. Bolzano	Si, per nuovi edifici, ristrutturazione, ampliamenti, demolizione e ricostruzione. La classe B è la minima richiesta per gli edifici di nuova costruzione.	Si, i controlli vengono effettuati da Agenti CasaClima sia sul progetto che con sopralluoghi presso i cantieri. Nel caso in cui non vengano rispettate le prescrizioni previste non viene rilasciato il permesso di costruire e vengono bloccati i lavori.
Lombardia	Si, in caso di nuova costruzione, ristrutturazione, ampliamento volumetrico e locazione. Obbligo negli annunci di vendita e locazione.	Si, sono previsti controlli da parte dei tecnici della Regione su tutte le certificazioni energetiche effettuate; in caso di mancanza dell'attestato di certificazione energetica è prevista una sanzione tra 2.500 e 10.000 euro. Previste sanzioni anche in caso di mancata documentazione relativa all'installazione di pannelli solari termici, con sospensione dei lavori ed un'ammenda tra i 500 e i 2.500 euro.
Friuli Venezia Giulia	Si, per nuova costruzione, ampliamenti e ristrutturazioni. Per le compravendite e le locazioni si applica quanto previsto dalla certificazione nazionale.	Si, un primo controllo viene effettuato sul progetto, poi seguono due verifiche in cantiere da parte dei tecnici dell'Agenzia Regionale per l'Energia. In caso di mancanza dell'attestato è prevista una sanzione che va da € 1.000 a € 6.000.

REGIONI	CERTIFICAZIONE ENERGETICA REGIONALE	CONTROLLI E SANZIONI
Piemonte	Sì, in caso di nuova costruzione, ristrutturazione, compravendita e locazione.	Sì, vengono effettuati controlli da parte dell'ARPA, in accordo con il Comune. Le sanzioni sono graduate a seconda dell'irregolarità accertata, ed applicate ai certificatori, ai costruttori, ai venditori e ai locatori. Previste sanzioni anche nel caso in cui i pannelli solari termici non vengano installati o vengano sottodimensionati: tra i 5.000 ed i 15.000 che introita il Comune per destinare queste risorse nello sviluppo delle rinnovabili.
Emilia-Romagna	Sì, nel caso di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ristrutturazioni integrali e locazioni.	Sì, ma solo sul 5% degli immobili certificati. La Regione promuove accordi tra il proprio organismo di accreditamento e gli Enti Locali, al fine di estendere in modo capillare la rete dei controlli.
Toscana	Sì, la certificazione regionale si aggiunge a quella nazionale obbligatoria. Vale per nuovi edifici, ristrutturazione, compravendita e locazione.	Sì, ma solo per il 4% del totale di certificazioni effettuate di cui il 2% tra gli edifici in classe A. Le sanzioni previste riguardano soltanto il declassamento dell'edificio e/o dell'unità immobiliare.
Puglia	Sì, per nuove costruzioni e ristrutturazioni.	Sì, i controlli sono effettuati dall'Agenzia Regionale per l'energia, le sanzioni sono quelle previste dal Dlgs n. 192/2005: il progettista che rilascia un attestato di certificazione energetica falso è punito con una sanzione del 70% della parcella; il costruttore che non consegna al proprietario l'originale della certificazione energetica è punito con una sanzione tra 5.000 e 30.000 euro.
Valle d'Aosta	Sì, per nuova costruzione, ristrutturazione e nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici.	Sì, i controlli sono effettuati a campione da tecnici della Regione. Le sanzioni previste sono amministrative ed includono la sospensione dell'attività di certificazione per il professionista.
Liguria	Sì, per nuova costruzione, ristrutturazione, compravendita e locazione.	NO
Lazio	Sì, su base volontaria riguarda nuovi edifici e ristrutturazioni.	NO
Umbria	Sì, per nuovi edifici, ristrutturazioni, compravendita e locazioni. Obbligo della certificazione negli annunci commerciali di compravendita.	NO
Marche	Sì, su base volontaria riguarda nuovi edifici e ristrutturazioni.	NO
Sicilia	NO	Sì, controlli a campione basati sulla certificazione energetica nazionale.
Basilicata	NO	NO
Calabria	NO	NO
Campania	NO	NO
Molise	NO	NO
Sardegna	NO	NO
Veneto	NO	NO
Abruzzo	NO	NO

## I COMUNI DEL RAPPORTO ONRE 2013

 Comuni in Italia che hanno modificato il Regolamento edilizio per introdurre innovazioni energetico-ambientali



Fonte: Legambiente-Cresme ON-RE 2013

Anche per quanto riguarda l'utilizzo delle fonti rinnovabili la situazione in Italia è senza dubbio variegata. Alcune Regioni hanno introdotto obblighi per spingere la diffusione del solare termico prima dell'introduzione del Decreto 28/2011. Lo hanno fatto spesso chiedendo una produzione minima del 50% di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili per le nuove costruzioni e nei casi in cui viene rinnovato l'impianto termico. Tale requisito è in vigore in **Lombardia, Provincia di Trento e Liguria**; lo stesso obbligo, applicato anche nei casi di ristrutturazione per almeno il 20% del volume, è in vigore in **Umbria e Lazio**. La Regione **Piemonte** è l'unica ad aver portato l'obbligo per le nuove costruzioni, e nei casi di nuova installazione degli impianti termici, al livello minimo del 60%. Per la **Provincia di Bolzano** vale un discorso a parte poiché l'obbligo di installazione di fonti rinnovabili è in vigore per il 100% di produzione elettrica e di acqua calda sanitaria nel caso in cui si voglia ottenere la certificazione CasaClimaPiù. Il caso dell'**Emilia-Romagna** è sicuramente uno dei più interessanti, perché in questa Regione non si è deciso solamente di ribadire quanto previsto dal Decreto 28/2011, ma si è cercato di andare oltre anticipando ed aumentando i requisiti previsti. E' diventato infatti obbligatorio per i nuovi edifici e nei casi di ristrutturazione soddisfare, oltre al 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria con energie rinnovabili termiche, anche il 35% dei consumi di energia termica, mentre a partire dal 1° gennaio 2015 il requisito salirà al 50%. Per quanto concerne la parte elettrica dei fabbisogni in Emilia-Romagna si è stabilito l'obbligo di installare 1 kW per unità abitativa in aggiunta alla potenza

installata basata sulla grandezza della superficie dell'edificio come previsto dal Decreto 28/2011. Anche la Regione **Valle d'Aosta** ha recentemente legiferato sulle energie rinnovabili in edilizia, recependo con il D.G.R. 488/2013 gli obblighi previsti a livello nazionale.



## RINNOVABILI ELETTRICHE

-  In tutta Italia, obbligo di soddisfacimento di una percentuale del fabbisogno elettrico attraverso rinnovabili (Dlgs. 28/2011)
-  Regione con prescrizioni per l'installazione del fotovoltaico superiori alla normativa vigente
-  Comuni che hanno introdotto obblighi per il solare fotovoltaico nei Regolamenti Edilizi precedenti al Dlgs 28/2011



## RINNOVABILI TERMICHE

-  In tutta Italia, obbligo di soddisfacimento di una percentuale del fabbisogno termico attraverso rinnovabili (Dlgs. 28/2011)
-  Regione con prescrizioni per l'installazione del solare termico superiori alla normativa vigente
-  Comuni che hanno introdotto obblighi per il solare termico nei Regolamenti Edilizi precedenti al Dlgs 28/2011



Fonte: Legambiente-Cresme ON-RE 2013

Tra le realtà negative rientra la **Toscana** che aveva fissato nella Legge Regionale del 2005 l'obbligo del solare termico, vincolo purtroppo ancora non entrato in vigore vista l'assenza dei decreti attuativi. In **Campania** invece per entrare in vigore l'obbligo deve passare per un recepimento da parte dei Comuni nei singoli Regolamenti Edilizi. Anche in **Puglia** è previsto l'obbligo di installazione di pannelli fotovoltaici da introdurre nei Regolamenti Edilizi Comunali. Per tutte le altre Regioni nessuna norma specifica questo tipo di richiesta.

## CONTRIBUTO DELLE FONTI RINNOVABILI AI FABBISOGNI ENERGETICI

REGIONI	OBBLIGHI ENERGIE RINNOVABILI
Emilia-Romagna	Sì, 50% del fabbisogno di ACS e 35% dei consumi termici, 1 kW per energia elettrica da rinnovabili oltre ad una quantità dipendente dalla superficie dell'abitazione.
Valle d'Aosta	Sì, 50% di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili e 35% dei consumi di energia termica, 1 kW per energia elettrica da rinnovabili oltre ad una quantità dipendente dalla superficie dell'abitazione.
Pr. Trento	Sì, 50% del fabbisogno di ACS e 20% energia elettrica da rinnovabili.
Pr. Bolzano	Sì, nell'ambito del protocollo obbligatorio CasaClima per il conferimento del contrassegno CasaClima- Più è prescritto l'utilizzo del 100% di fonti di energia rinnovabili.
Piemonte	Sì, 60% del fabbisogno di ACS da rinnovabili e 1 kW da fotovoltaico da recepire nei Regolamenti Edilizi Comunali.
Lazio	Sì, 50% del fabbisogno di ACS e 1 kW per energia elettrica da rinnovabili.
Umbria	Sì, 50% del fabbisogno di ACS e 1 kW per energia elettrica da rinnovabili.
Lombardia	Sì, 50% del fabbisogno di ACS da rinnovabili.
Liguria	Sì, 50% del fabbisogno di ACS da rinnovabili.
Puglia	No, l'obbligo di 1 kW da energie rinnovabili è da recepire nei Regolamenti Edilizi Comunali.
Campania	No, l'obbligo di 1 kW da energie rinnovabili è da recepire nei Regolamenti Edilizi Comunali.
Toscana	No, in attesa dei decreti attuativi sul solare termico al momento esistono solo Linee guida.
Marche	NO
Basilicata	NO
Calabria	NO
Friuli Venezia Giulia	NO
Molise	NO
Sardegna	NO
Sicilia	NO
Veneto	NO
Abruzzo	NO

La situazione delle Regioni italiane appare oggi molto diversa e articolata. Sicuramente si configurano come quelle all'avanguardia per aver applicato norme di sostenibilità le due **Province Autonome di Trento e Bolzano, la Lombardia ed il Piemonte** dove, come visto, vengono affrontati in maniera completa tutti gli aspetti considerati e dove, inevitabilmente, già da alcuni anni si possono trovare esempi positivi di come un nuovo modo di progettare e costruire sia concretamente possibile. In Valle d'Aosta c'è da registrare il positivo recepimento dell'obbligo sulle fonti rinnovabili che si unisce ad un sistema avviato di certificazione energetica.

In **Emilia-Romagna, Liguria e Puglia** si sono mosse innovazioni positive. Nel primo e nel secondo caso non si raggiunge un risultato migliore soltanto per la mancanza di un concreto sistema di controlli e sanzioni su come vengono attuate le norme previste; a tal proposito, specialmente in Emilia-Romagna, basterebbe estendere le verifiche su un campione di edifici più consistente rispetto al 5% considerato attualmente. In Puglia invece manca un vero e proprio obbligo sulle fonti di energia rinnovabili, ma è evidente come questa sia l'unica Regione del Mezzogiorno ad aver intrapreso un serio percorso normativo e di informazione sull'edilizia sostenibile.

In **Lazio e Umbria**, le Leggi Regionali non prevedono parametri cogenti sull'efficienza energetica come non sono specificati sistemi di controlli e sanzioni in caso di mancata certificazione energetica, anche se un passo in avanti è stato fatto sull'obbligo delle fonti rinnovabili e, per quanto riguarda l'Umbria, sui temi del risparmio idrico e del recupero delle acque piovane. Il **Friuli Venezia Giulia** ha fatto passi avanti negli ultimi anni soprattutto grazie ai controlli che vengono effettuati sui nuovi edifici sia in fase di progetto, sia con due verifiche in cantiere da parte dei tecnici dell'agenzia regionale per l'energia, mentre una mancanza ancora importante è quella relativa all'obbligo delle energie rinnovabili.

In intere aree del Paese purtroppo non esistono Leggi Regionali dove sono previsti obblighi sui rendimenti energetici degli edifici, sull'uso delle rinnovabili e sulla certificazione energetica. La **Toscana** ad esempio, Regione dove si è messo in atto un sistema di certificazione che però risulta completamente inadeguato. In **Veneto**, unica Regione del Nord Italia, e poi nelle **Marche, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Sardegna, Sicilia e Abruzzo** ancora non ci sono provvedimenti che vadano al di là della generica promozione della sostenibilità in edilizia.

### **Ma anche i Comuni hanno un ruolo e delle responsabilità importanti.**

Lo strumento per sviluppare l'innovazione energetica e la sostenibilità in edilizia a livello comunale è senza dubbio il **Regolamento Edilizio**. Come emerge dal Rapporto ON-RE 2013 di Legambiente e Cresme, sono 1.003 i Comuni in Italia che si sono attivati per inserire nei propri Regolamenti Edilizi principi e norme di sostenibilità.

L'80% di questi l'ha fatto negli ultimi 5 anni ed in molti casi i Comuni che già avevano messo mano in precedenza ai propri regolamenti sono intervenuti nuovamente per renderli ancor più efficienti, considerando alcuni parametri chiave come l'isolamento termico, l'uso di energie rinnovabili, il risparmio idrico ed il recupero delle acque meteoriche, il tipo di materiali utilizzati, l'isolamento acustico ed il corretto orientamento degli edifici ma, anche, ventilazione meccanica e recupero delle acque grigie.

Tra questi emergono situazioni molto positive di Comuni che riescono, ad esempio, ad unire più competenze redigendo assieme un documento comune, come è accaduto ai Comuni dell'area pisana in Toscana o a quelli della Bassa Romagna, oppure di realtà che spiccano rispetto al contesto regionale per innovazione e sensibilità, come Salerno in Campania e Udine in Friuli Venezia Giulia, dove i Regolamenti Edilizi risultano completi e molto più coraggiosi nell'imporre standard di efficienza rispetto alle rispettive Leggi Regionali.

## 1.5 CONSIDERAZIONI DI SINTESI

Muovere l'innovazione del settore edilizio, integrare fonti rinnovabili ed efficienza energetica: questa prospettiva deve essere accompagnata con forza da Governo e Regioni. Del resto la transizione verso un modello energetico nel quale il peso dei consumi legati al settore delle costruzioni si riduca significativamente, grazie a un rapido miglioramento degli standard, è una prospettiva che non possiamo più considerare in discussione. La prospettiva già fissata al 2021 (e obbligatoria nella nuova Direttiva Europea) è quella per cui si potranno avere solo nuovi edifici pubblici e privati con una combinazione di alta efficienza energetica e con la capacità di soddisfare il fabbisogno residuo di energia con fonti rinnovabili applicate nel sito. Insomma, non esistono più scuse, ragioni economiche o tecnologiche per fermare questo cambiamento, anzi il settore delle costruzioni italiano, che sta attraversando un durissimo periodo di crisi, può uscirne proprio puntando sull'innovazione energetica e sul recupero del patrimonio edilizio per dare risposta al diffuso disagio delle famiglie. Ed è altrettanto importante dare risposta alla domanda di chiarezza che viene dal settore edilizio, dal mercato delle abitazioni, dai progettisti con una più attenta regia del processo in corso in modo che i riferimenti legislativi non siano di ostacolo e che non contribuiscano all'incertezza. In particolare l'importanza di una regia nazionale e di recepimento di nuove chiavi riguarda l'efficienza e le prestazioni energetiche degli edifici e l'integrazione di fonti rinnovabili.

## 2.1 LA RIQUALIFICAZIONE STATICA E SOSTENIBILE COME UNICA POSSIBILITÀ DI SVILUPPO PER L'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

Ad un anno dalla redazione del primo Rapporto Oise, ritorniamo a parlare di innovazione e di industria delle costruzioni, in un quadro purtroppo più grave di quello che, a metà 2012, si poteva immaginare. Il perdurare della crisi, anzi il suo aggravarsi nel 2012-2013, dopo il lieve miglioramento registrato a cavallo del 2010-2011, sta mettendo a dura prova il nostro sistema produttivo, ed in particolare l'industria delle costruzioni appare allo stremo.

Un sistema imprenditoriale da sempre destrutturato e frammentato appare in completo disfacimento, di fronte ad una crisi che azzerò la domanda interna, riduce drasticamente il finanziamento bancario, aumenta la tassazione immobiliare.

Gli ultimi dati dell'Ance<sup>2</sup> per il primo trimestre 2013 sono impietosi: la produzione nelle costruzioni cala del 12,2% (per il 19° trimestre consecutivo di calo della produzione), l'occupazione perde l'11,4% (e ben 202.000 occupati nell'ultimo anno), le ore autorizzate di cassa integrazione continuano a crescere (+26,2% nel 1° quadrimestre 2013); riduzione dell'11,6% per le imprese iscritte in Cassa Edile con aumento del 6% dei fallimenti in corso.

In questo contesto, tutte le previsioni di settore sono in calo. L'Ance stima, per il 2013, un -5,6% di investimenti per il 2013 (la previsione era, a giugno 2012, +0,1% e a dicembre 2012 - 3,8%). In sei anni, dal 2008 al 2013, il settore avrà perso circa il 30% degli investimenti e si collocherà sui livelli di attività più bassi degli ultimi 40 anni. Persi complessivamente dall'inizio della crisi 446.000 posti di lavoro, 690.000 compreso l'indotto.

In assenza di significativi interventi di politica industriale, la crisi delle costruzioni continuerà anche nel 2014, con un -4,3% di investimenti stimato dall'Ance, che potrebbe risalire a +1,6% soltanto con incisivi programmi di investimento nel settore<sup>3</sup>.

In questo quadro recessivo resta un unico dato confortante, quello relativo agli interventi di riqualificazione dell'esistente, ed assieme ad esso, un'unica certezza per il futuro: le costruzioni saranno sempre più orientate a riqualificare, ricostruire, rigenerare edifici, infrastrutture ed ambiti urbani già costruiti.

L'unico comparto che continua a crescere in questi anni è infatti la riqualificazione dell'edilizia esistente: +17,2% dal 2008 al 2013, secondo le stime Ance. Attualmente il mercato della riqualificazione e delle manutenzioni edilizie vale 115 mld, 188 mld comprese le energie rinnovabili e rappresenta oltre il 60% del mercato edilizio<sup>4</sup>.

*"In questi ultimi 4 anni (2008-2012) l'iterazione dell'incentivo del 55% per la riqualificazione energetica ha avuto un importante effetto economico, che si rilegge nell'andamento positivo del comparto manutenzione straordinaria delle costruzioni. I dati parlano di 1.400.000 interventi, per circa 17 miliardi di euro di investimenti, e la creazione di oltre 50 mila posti di lavoro all'anno nei settori coinvolti. Vanno aggiunti gli effetti indiretti, pure importanti, relativi alla legalità (emersione del lavoro nero) e al conseguente aumento del gettito fiscale. Andrebbero contabilizzati, tra i vantaggi, anche le*

mancate emissioni di anidride carbonica, i cui prezzi sono destinati a crescere nel tempo. Nel 2012 si è registrata una flessione delle domande di agevolazione, dovuta, in parte, alla crisi economica che riduce la capacità di spesa delle famiglie, in parte legata all'effetto concorrenziale che la misura ha subito da parte dell'analogo incentivo del 50%, troppo vicino, in termini di beneficio ottenuto, rispetto alla relativa maggior semplicità dei lavori da effettuare. A giugno 2013, con l'emanazione del Decreto-Legge 63/2013, sono state prorogate le misure di detrazione fiscale per le spese di ristrutturazione edilizia, ed in particolare, è stato aumentato di 10 punti l'importo detraibile per le spese in ristrutturazioni energetiche, che passa dal 55% al 65% (in 10 quote annuali), fino a dicembre 2013 e a giugno 2014 per interventi più complessi, che interessano l'intero edificio. La legge di stabilità, attualmente in fase di discussione in Parlamento, contiene una ulteriore proroga delle detrazioni fiscali del 50% e del 65% fino a dicembre 2014, e una rimodulazione per il 2015 e 2016, proroga che, pur in assenza di una strategia più ampia sul medio e lungo termine, risulterà comunque fondamentale nei prossimi anni per non interrompere il processo di riqualificazione energetica del nostro patrimonio immobiliare. Queste ultime misure intraprese costituiscono un'importante "boccata di ossigeno" per l'edilizia e per tutta la filiera. La riproposizione degli incentivi sulle ristrutturazioni, possono avere un importante effetto benefico sul settore, esteso a tutta la filiera (con particolare riferimento al settore legno edilizia) e particolarmente rapido negli effetti, perché attiva piccole opere diffuse a livello territoriale ed opera nell'unico segmento attualmente in crescita del settore (la riqualificazione dell'esistente). Inoltre, fattore forse ancora più importante, la misura opera in direzione della qualificazione del sistema, perché tende a privilegiare gli interventi a maggior rendimento, in termini di efficienza energetica, e mira a superare il conflitto tra 50% e 55%, che aveva depotenziato il secondo nel 2012. Le prime stime sui benefici effetti della misura sono incoraggianti: il Cresme prevede investimenti aggiuntivi indotti dagli sgravi per il risparmio energetico e per le ristrutturazioni ammonteranno nel 2013 pari a circa 1,7 miliardi, mentre nel 2014 si arriverà a 1,9 miliardi (con gli interventi sui condomini). Secondo l'Ance i miliardi attivati già nel 2013 saranno 2,2; più contenute le previsioni della Ragioneria dello Stato: 1,1 miliardo per il 50% e 0,27 miliardi per il 55%, nel 2013. Senz'altro resta insoluto il nodo della permanenza strutturale dello strumento, anche alla luce degli ottimi risultati raggiunti."

Questi dati confermano che oggi in Italia, come all'estero, il motore dell'innovazione per l'industria delle costruzioni è la sostenibilità energetica ed ambientale. E per migliorare le prestazioni energetiche ed ambientali degli edifici, delle reti, degli ambienti urbani ci vuole innovazione, nelle tecniche e nei materiali, qualità delle imprese, professionalità dei lavoratori.

Tuttavia la profonda crisi del settore rischia di travolgere tutto il sistema imprenditoriale, e di far cadere, insieme alle aziende più piccole e destrutturate, anche quelle innovative ed organizzate.

E' per questo motivo che appare oggi assolutamente inderogabile un intervento coerente e deciso di politica economica settoriale, mirato a finanziare programmi ed interventi che privilegino la qualità e la sostenibilità edilizia ed urbana. Solo in questo modo si potrà ottenere il complesso risultato di rilanciare un settore vitale per l'economia nazionale, di riorganizzarne le capacità organizzative e produttive, di ottenere un sostanziale miglioramento delle prestazioni energetiche ed ambientali (ma anche statiche e funzionali) del costruito.

In questa seconda annualità del Rapporto l'attenzione sarà posta sull'evoluzione più recente di prodotti e tecnologie innovative nel settore delle costruzioni, sempre nell'ottica di render conto degli effetti che le trasformazioni tecnologiche inducono nell'organizzazione del processo produttivo e nell'occupazione, sull'evoluzione delle condizioni di lavoro e delle professionalità richieste.

## 2.2 DEFINIZIONE DELL'AMBITO DELLA RICERCA E FASI METODOLOGICHE

L'ambito di ricerca è quello dell'industria delle costruzioni, ovvero si considera la filiera complessa che parte dalla produzione di materiali e componenti per l'edilizia per arrivare alla gestione dell'edificio.

La filiera delle costruzioni, come noto, è la più complessa dell'intero sistema industriale, e parlare di innovazione in tale ambito è davvero molto impegnativo.

Dando per scontati definizioni e concetti riguardanti l'innovazione di settore già introdotti nel precedente Rapporto<sup>5</sup>, che naturalmente non variano di anno in anno, così come restano invariate le linee di tendenza dell'innovazione sia riguardo ai materiali che per i componenti e le tecnologie costruttive, si conferma l'ambito di applicazione della ricerca, rivolto ai settori tradizionali dei materiali e componenti per l'edilizia, ovvero cemento, laterizi e manufatti, lapidei e legno, contrattualmente rappresentati dal sindacato degli edili.

Per ciò che concerne le tecnologie, ci concentreremo su quelle a maggior ricaduta immediata, ovvero quelle già diffuse nel mercato della riqualificazione statica, energetica ed ambientale di edifici ed infrastrutture, già ampiamente sperimentate, ma non sufficientemente indagate dal versante delle ricadute sulle fasi produttive e sulle esigenze formative dei lavoratori.

Conceneremo la nostra attenzione sull'impiego di componenti ed impianti evoluti nell'ambito dell'organismo edilizio esistente, e sulla introduzione di tecnologie di scavo e posa di reti a basso impatto socio ambientale.

Si tratta di tecnologie che rimandano a mercati potenziali molto interessanti, di sicuro sviluppo nell'immediato futuro, e che comportano modificazioni significative nell'organizzazione del cantiere e del lavoro. Esse, a volte, non presentano un tipo di innovazione radicale (come nel caso della riqualificazione energetica dell'esistente) rispetto alle tecniche di assemblaggio a secco degli edifici (queste ultime ampiamente trattate nel primo Rapporto), altre volte comportano un'automazione e meccanizzazione completa del cantiere, ed è il caso delle tecnologie *no-dig* per i lavori in sotterraneo.

Per quanto riguarda gli aspetti metodologici, la trattazione avviene analizzando le tecnologie ed i materiali prescelti, sia nelle loro caratteristiche tecniche, sia nei processi produttivi che li contraddistinguono.

In tutti i casi la trattazione sarà accompagnata ed esemplificata attraverso buone pratiche nazionali, miranti a confrontare il cantiere tradizionale con quello evoluto/innovativo, per far emergere la differenza nell'impostazione delle fasi lavorative, la presenza delle diverse figure professionali, le nuove esigenze formative.

Anche riguardo ai materiali l'approccio sarà pragmatico, ovvero, dopo una breve disamina delle ultime tendenze evolutive nei materiali per l'edilizia, ci concentreremo su una gamma specifica di prodotti, particolarmente esemplificativi per grado di innovazione introdotta, per analizzarne il processo produttivo nelle sue trasformazioni rispetto al materiale tradizionale.

L'analisi procede in modo sintetico sulla descrizione delle innovazioni, soffermandosi invece a riflettere sulle conseguenze che la loro introduzione determina sull'organizzazione produttiva. L'obiettivo principale dello studio è, infatti, quello di fornire al mondo sindacale elementi utili alla comprensione delle trasformazioni in corso nel mondo delle

costruzioni e alla definizione degli scenari prossimi e futuri, individuando i temi strategici intorno ai quali il sindacato stesso sarà chiamato a confrontarsi con le controparti sia a livello politico generale, sia in ambito più strettamente contrattuale.

In particolare, in questa seconda annualità del Rapporto, si è scelto di focalizzare l'attenzione su pochi casi esemplari significativi, e di far emergere con maggiore chiarezza gli eventuali nuovi profili professionali, o le trasformazioni dei profili lavorativi tradizionali.

## **2.3 L'EVOLUZIONE RECENTE DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NELLA COSTRUZIONE E NELLA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI**

Lo scorso anno abbiamo trattato diffusamente delle caratteristiche e dei vantaggi delle nuove tecnologie edilizie di assemblaggio a secco (in legno, in acciaio, miste), che si stanno imponendo all'attenzione del mercato e degli operatori del settore.

Abbiamo inoltre trattato il caso, particolarmente adatto al clima mediterraneo, delle tecnologie massive in laterizio e cemento.

In questo paragrafo intendiamo dare conto, per quanto possibile, dell'evoluzione economica recente di questi comparti del mercato edilizio, e della significatività dei programmi in corso. Concentreremo inoltre l'attenzione sull'evoluzione, economica e tecnologica, di materiali e componenti per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, considerando quest'ultimo come il segmento di gran lunga dominante nell'ambito del complesso degli interventi di efficienza energetica alla scala edilizia.

### **2.3.1 L'INDUSTRIALIZZAZIONE EDILIZIA IN LEGNO E IN ACCIAIO**

L'industrializzazione edilizia per le strutture in legno ed acciaio si ottiene utilizzando le tecnologie di assemblaggio a secco, ovvero quelle tecniche costruttive basate sull'assemblaggio meccanico, in cantiere, di componenti e strati funzionali realizzati industrialmente in stabilimento.

Delle caratteristiche tecnologiche di questa edilizia, e dei vantaggi economici e prestazionali dei risultati conseguiti, abbiamo diffusamente parlato nel primo Rapporto<sup>6</sup>.

#### **Il mercato nazionale degli edifici in legno<sup>7</sup>**

Il settore delle case costituisce, nell'attuale crisi del mercato residenziale (e del nuovo in particolare), una nicchia in continua crescita: tra il 2006 e il 2010 il numero di abitazioni realizzate in legno è quintuplicato, passando da poco più di mille a 5mila, e nel 2015 le previsioni stimano una crescita ulteriore del 50%, fino a sfiorare le 8mila unità (al netto delle costruzioni post terremoto in Abruzzo).

Al livello generale degli edifici, e comprendendo nel computo anche le realizzazioni post terremoto dell'Aquila, in Italia, nel 2010, sono stati costruiti in legno circa il 17% degli edifici (l'8,5% escluso l'Abruzzo); in pratica ogni 12 edifici costruiti nel 2010, uno è di legno. Minore la quota nell'edilizia residenziale (2,8%).

La tipologia prevalente è sempre quella unifamiliare (82% delle costruzioni di legno nel 2010), ma sono in crescita le quote delle tipologie bifamiliari e plurifamiliari, anche a seguito delle Norme tecniche sulle Costruzioni di recente emanazione, che hanno reso

possibile l'estensione dell'impiego strutturale del legno in edifici multipiano<sup>8</sup>.

Le dimensioni piccole e medie saranno quelle privilegiate, nel prossimo futuro, dal mercato anche perché potranno soddisfare le esigenze dei piani e progetti di social housing: si stima infatti che a crescere maggiormente potranno essere gli edifici di legno da 3 a 8-10 abitazioni.

Anche nell'ambito non residenziale, escludendo fabbricati agricoli e grandi strutture, le principali tipologie di edifici in legno riguardano, sempre nel 2010, le scuole (22%), gli uffici e gli edifici commerciali (22%), i capannoni e le strutture commerciali (9%), gli edifici sanitari (2%).

Riguardo alle tecnologie costruttive, i vantaggi dell'industrializzazione edilizia spingono alla crescita il sistema a pannelli di legno massiccio a strati incrociati X-Lam. Se nel 2010 i sistemi costruttivi utilizzati (a prescindere dall'emergenza in Abruzzo) sono stati per il 44% a telaio, per il 33% X-Lam e per il 14% Blockhaus, le tendenze di crescita per il periodo 2010-2015 vedono il 55% delle preferenze per il sistema X-Lam, il 31% per le strutture intelaiate, il 7% per il Blockhaus.

La distribuzione geografica delle costruzioni in legno sul territorio nazionale si concentra al Nord (71% degli edifici), seguita dal Centro (22%) e da Sud e Isole (7%). In testa alla graduatoria regionale si distingue il Trentino-Alto Adige, seguito da Veneto e Lombardia, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Piemonte e Abruzzo (dove dal 2009 il 70% delle costruzioni realizzate è di legno). Ma il mercato appare aperto anche verso l'estero, con tredici aziende, tra le 200 interpellate nell'indagine, che hanno dichiarato di esportare un minimo numero di case l'anno verso Paesi frontalieri (Austria e Francia) oppure in Paesi lontani per la realizzazione di grandi complessi turistici.

### **I principali programmi edilizi in corso**

L'impegno in questo settore è testimoniato da molti programmi di edilizia sostenibile realizzati ed in corso di realizzazione in Italia con sistemi costruttivi in legno, tra i quali ne abbiamo selezionati alcuni dei più recenti di particolare rilievo ai fini delle nostre riflessioni:

- il quartiere sostenibile in Via Cenni a Milano, uno dei più grandi realizzati a oggi in Europa in ambito residenziale con pannelli a strati incrociati X-lam<sup>9</sup>;
- il nuovo complesso scolastico 'Sacro Cuore' a Finale Emilia, intervento che sottolinea come la ricostruzione in Emilia Romagna riparta proprio dalla tecnologia costruttiva in legno;
- il progetto 'Abitare temporaneo', condominio volano realizzato da Casa Spa in via Guidoni a Firenze, nell'area della scuola demolita Caterina De Medici;
- il programma che prevede l'accordo fra Federlegno Arredo e il gruppo Autogrill.

## QUARTIERE SOSTENIBILE IN VIA CENNI A MILANO



Fonte Foto: [www.ilnuovocantiere.it](http://www.ilnuovocantiere.it)

Nel quartiere sostenibile di via Cenni a Milano, costituito da 4 edifici di nove piani collegati tramite edifici di due piani per 124 alloggi e spazi comuni, nato con lo scopo di sviluppare un concetto innovativo di housing sociale, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo in legno a pannelli portanti a strati incrociati (X-Lam), sia per motivi di carattere ecologico-ambientale (basse emissioni di CO<sub>2</sub>) sia per le potenzialità tecniche che consentono la realizzazione di edifici multipiano con elevate prestazioni in termini di sicurezza strutturale e comfort abitativo, infine anche per la semplificazione istruttoria che non richiede più l'approvazione speciale dei progetti di strutture in legno superiore ai 4 piani. Dal punto di vista energetico il quartiere è certificato Cened classe A<sup>10</sup>. Anche i tempi di costruzione sono molto vantaggiosi, è stato realizzato in 14 mesi. In questo caso è evidente il vantaggio economico e tecnologico dell'impiego delle nuove tecnologie assemblate in legno nella realizzazione di abitazioni a basso costo ed alta efficienza energetica.

## COMPLESSO SCOLASTICO 'SACRO CUORE' A FINALE EMILIA



Fonte foto: [www.casaspa.it](http://www.casaspa.it)

Nel nuovo complesso scolastico del 'Sacro Cuore' a Finale Emilia, inaugurato a meno di 12 mesi dalle scosse di terremoto del maggio 2012, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo in legno totalmente antisismico. Questo intervento sottolinea come la ricostruzione in Emilia Romagna riparta proprio dalla tecnologia costruttiva in legno. Federlegno Arredo, con più di 80 imprese, enti pubblici e progettisti ha realizzato questo progetto che costituisce il primo esempio di rete d'impresa nel settore del legno e di collaborazione per il settore pubblico privato. La struttura è realizzata interamente in legno, coniugando tre diversi metodi costruttivi: pannelli X-Lam, pannelli a telaio<sup>11</sup> e sistema Mhm (Massire Holz Mauer)<sup>12</sup>. Dal punto di vista energetico l'edificio è certificato in classe A. Anche i tempi di realizzazione sono molto vantaggiosi. Le fasi più recenti della ricostruzione post terremoto in Italia sono state e sono tuttora l'occasione per sperimentare e implementare soluzioni tecnologiche innovative. In questo contesto particolare successo hanno avuto le realizzazioni in legno.

## PROGETTO 'ABITARE TEMPORANEO' DI CASA SPA A FIRENZE

Il programma Casa Spa, la società di progettazione e gestione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica partecipata dai 33 Comuni dell'Area Fiorentina, prevede l'utilizzo di sistemi costruttivi in legno in diversi interventi sul territorio.

In particolare nel progetto 'Abitare temporaneo', posto in via Guidoni a Firenze, composto da due edifici pluriplano per 18 alloggi a impatto zero, prefabbricati in stabilimento, montabili e smontabili, su tipologia



Fonte foto: [www.casaspa.it](http://www.casaspa.it)

pluriplano per risparmiare al massimo l'impegno del suolo pubblico, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo in legno, con tecnologia del tipo Platform<sup>13</sup>, di rapido montaggio, ecologico, energeticamente efficiente, piacevole all'abitare e alla vista. Gli edifici sono finalizzati ad alloggiare una parte degli inquilini del complesso Erp di via Torre degli Agli 21-23 e 65/67 a Firenze, interessato dal programma di riqualificazione urbanistica con demolizione e ricostruzione. Ogni alloggio è costituito da due moduli, prodotti e allestiti nello stabilimento a Empoli dell'impresa Campigli Legnami che si è aggiudicata l'appalto. Dal punto di vista normativo la Regione Toscana si avvale anche delle Linee Guida per l'edilizia in Legno<sup>14</sup>. Dal punto di vista energetico l'edificio è a impatto zero<sup>15</sup>. Anche i tempi di realizzazione sono molto vantaggiosi perché i due edifici sono stati realizzati in 50 giorni.

Ancora un esempio dei vantaggi offerti dalla tecnologia in legno per l'housing sociale. In questo caso il tentativo, in Toscana, è quello di andare oltre il semplice impiego di queste tecnologie, per creare una filiera locale del legno (sull'esempio di quanto già fatto in Trentino Alto Adige), valorizzando il bosco locale, impiantando stabilimenti di produzione dei semilavorati, sviluppando il sistema di filiera fino delle imprese che montano il prodotto finito in cantiere.

## ACCORDO FRA FEDERLEGNO ARREDO E GRUPPO AUTOGRILL

Infine, merita attenzione il programma che prevede l'accordo fra Federlegno Arredo e il gruppo Autogrill<sup>16</sup> (che fa capo alla famiglia Benetton), per promuovere sul territorio nazionale l'utilizzo di sistemi costruttivi in legno per la realizzazione e la ristrutturazione dei propri punti vendita. Le costruzioni in legno, infatti, rispondono in modo ottimale alle necessità di materiali performanti, resistenti ed ecocompatibili. Il legno garantisce un elevato rapporto resistenza/peso, importante per la realizzazione di strutture in grado di resistere ad azioni sismiche, oltre a ottimi standard per comfort, isolamento termico, acustico e parametri termo-igrometrici. Tra i vantaggi tempi rapidi e costi certi, consentono di risparmiare energia rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali e offrono pari durabilità e costi di manutenzione equilibrati.

Accordi come questo sono un importante veicolo per lo sviluppo delle tecnologie in legno sul mercato.

## Il mercato nazionale degli edifici in acciaio

L'acciaio impiegato nell'industria delle costruzioni costituisce circa il 15% della produzione annua nazionale, che è stata pari a 28,7 milioni di tonnellate (Mt) nel 2011, in recupero rispetto al picco negativo del 2009, ma ancora sotto del 9,2% rispetto al massimo storico del 2006 (31,6 Mt)<sup>17</sup>. Parliamo dunque di circa 4,3 Mt, impiegati, nelle costruzioni, in ambito strutturale, impiantistico e complementare.

La quota che qui interessa è, ovviamente, soltanto quella strutturale, che ricopre circa il 43% degli impieghi dell'acciaio per costruzioni, per un totale di circa 1,85 Mt<sup>18</sup>.

Le opere strutturali in acciaio sono strutture edilizie in acciaio, ma anche di tipo infrastrutturale (ponti, viadotti...).

La dimensione del comparto delle costruzioni in acciaio nel panorama nazionale, pur restando un settore di nicchia, occupa una posizione di rilevanza stante l'ampio utilizzo nell'ambito delle grandi opere infrastrutturali e in quelle della sicurezza. In rapporto alle dimensioni dell'industria siderurgica nazionale (circa 4.000 aziende, di piccole e medie dimensioni, che fatturano 3 miliardi e che occupano 37.000 dipendenti), possiamo stimare circa 2.400 dipendenti afferenti al comparto strutture.

La rilevanza dell'impiego della tecnologia strutturale in acciaio è soprattutto di tipo tecnologico: essa offre, al pari di quella in legno, tutti i vantaggi di un'industrializzazione del processo edilizio, dal miglioramento della qualità del prodotto alla riduzione e standardizzazione di tempi e costi di produzione, fino ai vantaggi relativi alla professionalizzazione della manodopera e al miglioramento delle condizioni di lavoro e sicurezza in cantiere.

L'edilizia in acciaio soffre, in Italia, di una serie di penalizzazioni, via via accumulate negli anni, che l'hanno relegata all'ultimo posto in Europa per tipologia strutturale impiegata.

Tra le principali resistenze alla diffusione delle soluzioni costruttive in acciaio possiamo annoverare: il radicamento della cultura mediterranea nell'impiego del mattone e della pietra, la insufficiente conoscenza delle tecniche di progettazione e le difficoltà legate alla industrializzazione del processo produttivo.

### I principali programmi edilizi in corso

L'impegno costruttivo, riguardo a questa tecnologia, è meno sistematico rispetto al caso del legno, anche per l'elevato costo del materiale. Non troviamo, al momento attuale, programmi di rilevanza nazionale, per dimensioni o importanza, né accordi programmatici che aprano la strada a collaborazioni con partner economici di rilievo, come nel caso del legno. Tale impegno è tuttavia testimoniato da alcuni esempi di edilizia sostenibile, realizzati con tecnologia stratificata a secco<sup>19</sup>, tra i quali ne abbiamo selezionati alcuni dei più recenti di particolare rilievo ai fini delle nostre riflessioni:

- l'edificio a Torre Boldone, in provincia di Bergamo
- l'edificio Ca Simo a Jesolo in provincia di Venezia
- l'edificio a Albino in provincia di Bergamo
- il progetto di riqualificazione energetica a Villa d'Almè, in provincia di Bergamo

## EDIFICIO A TORRE BOLDONE IN PROVINCIA DI BERGAMO

Nell'edificio a Torre Boldone, in provincia di Bergamo, un complesso di 7 unità con una forma a corte, è stata scelta una struttura mista acciaio cemento per gli impalcati mentre i tamponamenti esterni e il guscio interno sono stati interamente sviluppati con tecniche a secco, che prevedono spessori di isolamento appositamente progettati con fini acustici e termici. Per quanto riguarda gli impianti: serre captanti opportunamente schermate in estate, riscaldamento e raffrescamento a pavimento a pompa di calore, deumidificazione, aria ventilata meccanica, solare termico a tubi sottovuoto, solare fotovoltaico, recupero acqua piovana per l'irrigazione. Negli interrati, costruiti con tecniche tradizionali, trovano spazio numerosi box, cantine e locali tecnici. Dal punto di vista energetico l'edificio è certificato in Classe A di CasaClima (15kWh/mq annuo) e Classe A+ Cened (10,42 kWh/mq annuo)<sup>20</sup>.



Fonte: sito internet vanoncini.it

## CA' SIMO A JESOLO IN PROVINCIA DI VENEZIA

Nell'edificio Ca' Simo a Jesolo, in provincia di Venezia, costituito da negozi al piano terra e 3 alloggi grandi disposti su tre piani, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo a secco S/R totale, telaio in elevazione in acciaio, solai con cassero a secco e getto collaborante, copertura piana isolata. Tali scelte hanno permesso tempi contenuti di realizzazione rispetto ad un edificio tradizionale. Dal punto di vista energetico l'edificio è certificato



Fonte: Abitare in classe A n10/2009

Casa Clima B ed ha un cappotto esterno da 40 mm e paramento perimetrale stratificato a secco; guscio abitativo interno realizzato a secco; riscaldamento radiante a pavimento con ventilazione meccanica controllata; Impianto geotermico e raffrescamento estivo, impianto fotovoltaico.

## EDIFICIO AD ALBINO IN PROVINCIA DI BERGAMO



Fonte: sito internet vanoncini.it

Nell'edificio ad Albino in provincia di Bergamo, pensato per garantire la massima libertà di personalizzazione e un corretto rapporto qualità-prezzo in un lotto molto complicato a causa di un accesso assai ridotto, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo a secco S/R. Dal punto di vista energetico l'edificio è costituito da un involucro ad alta efficienza. Il pacchetto parete è di 40 cm con una trasmittanza complessiva di  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  e uno sfasamento di 11 ore. Il tetto, essendo piano, ha necessitato di uno studio a sé con una stratigrafia particolare in cui spicca, come ultimo elemento, una guaina impermeabilizzante bianca al fine di evitare il surriscaldamento estivo (trasmittanza  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , sfasamento 12 ore).

necessitato di uno studio a sé con una stratigrafia particolare in cui spicca, come ultimo elemento, una guaina impermeabilizzante bianca al fine di evitare il surriscaldamento estivo (trasmittanza  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , sfasamento 12 ore).

## PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA A VILLA D'ALMÈ, IN PROVINCIA DI BERGAMO



Fonte foto: sito internet vanoncini.it

Nel progetto di riqualificazione energetica a Villa d'Almè, in provincia di Bergamo, di un appartamento in un condominio esistente, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo a secco e si è potuto stratificare pareti e solai con isolanti diversi, tra cui i prodotti Actis. I termoriflettoni stratificati Actis derivano dal campo aerospaziale, grazie alle pellicole riflettenti alternate ad altri prodotti

coibenti creano un ostacolo al passaggio termico non solo per conduzione e convezione (tipico degli isolanti tradizionali) ma anche per riflessione termica e tenuta all'aria. Questo intervento dimostra come con consistente ristrutturazione, sia possibile rivoluzionare le performances energetiche garantendo grandi risparmi energetici e di assoluto comfort acustico in tempi ridottissimi: l'intervento è stato effettuato in soli 3 mesi.

Dal punto di vista energetico l'edificio ha raggiunto la Classe A Cened.

## 2.3.2 I COMPONENTI E GLI IMPIANTI PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Parlare dal punto di vista economico di componenti ed impianti per la riqualificazione energetica degli edifici è complesso, poiché molte ed eterogenee sono le famiglie di prodotti impiegati per questa tipologia di interventi.

Una rappresentazione sufficientemente esauriente dell'andamento del comparto può essere desunta dalle analisi economiche di due categorie di opere: quelle raggruppate nelle tecnologie dell'involucro edilizio (serramenti metallici, sistemi ed accessori per facciate continue), e quelle impiantistiche (principalmente impianti termici ed elettrici).

### **Il mercato nazionale delle tecnologie per l'involucro edilizio<sup>21</sup>**

Questo comparto si caratterizza per un'elevata frammentazione dell'offerta e per la prevalenza di aziende di piccole dimensioni, spesso a carattere artigianale.

Nel 2011 si rileva la presenza di 12.068 aziende nei cluster legati ai serramenti e alle porte metalliche. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di ditte individuali (6.687 aziende) o di piccole aziende artigiane organizzate sotto forma di società di persone (3.525 aziende). Solo 1.857 aziende (pari al 15% della popolazione) sono società di capitali. Sono, in ogni caso, aziende di piccole dimensioni: il 68% delle società di capitali hanno ricavi annuali inferiori ad 1 milione di euro e mediamente 4 dipendenti. Le dimensioni medie dei costruttori di facciate sono sensibilmente più elevate di quelle dei serramentisti, ovvero oltre 11 milioni di euro di valore della produzione e circa 50 dipendenti contro i 3,7 milioni di euro e 25 dipendenti dei serramentisti generici.

Le aziende produttrici di serramenti hanno un business model che si caratterizza per un'offerta diversificata di facciate, finestre e prodotti complementari e puntano sul servizio al cliente e la personalizzazione dei prodotti. Dall'inizio della crisi tali aziende hanno puntato in modo significativo sulla flessibilità dell'offerta, ovvero sulla capacità di riconfigurare il mix di prodotti offerti e il portafoglio di clienti.

La maggior parte delle vendite è realizzata con i serramenti in alluminio, tuttavia si registra una forte progressione delle vendite di serramenti in PVC e in Alluminio Legno.

Le aziende serramentistiche sono sempre più dipendenti dal settore del recupero edile, che assorbe il 52% delle vendite, in particolare il mercato della sostituzione degli infissi nel segmento residenziale ha visto crescere, tra il 2011 e il 2012, il proprio peso dal 26% al 36% delle vendite.

Tra i clienti di riferimento, i privati hanno visto accrescere ulteriormente la propria importanza, passando dal 35% al 40% dei ricavi, seguiti dalle piccole imprese che assorbono il 16% dell'offerta e lavorano prevalentemente nel mercato del recupero edile per gli utilizzatori finali.

I dati desunti dalle indagini campionarie Uncsaal sull'andamento delle vendite<sup>22</sup> evidenziano, nella seconda parte del 2012, un parziale rallentamento del trend negativo che perdura da 4 semestri. Potremmo definire questa fase come interlocutoria, caratterizzata da un rallentamento del tasso di contrazione del valore della produzione, ma senza evidenti segnali di ripresa nel breve periodo.

I costruttori di facciate si distinguono per una scelta di focalizzazione sulle facciate in alluminio, che incidono per il 65% del fatturato e sui serramenti, con cui realizzano il 20% delle vendite.

Il mercato tradizionale di riferimento di queste aziende è quello dell'edilizia non residenziale, ed in particolare quello delle costruzioni nuove ad uso terziario. Per via della crisi del segmento di queste ultime, i costruttori di facciate hanno dovuto modificare profondamente il proprio mercato di riferimento.

Il segmento del rinnovo, che nel 2011 assorbiva circa il 18% del fatturato, nel corso del 2012 è arrivato ad assorbire il 44% delle vendite. Si tratta di interventi di sostituzione di facciate, rivestimenti e serramenti in genere operati in edifici destinati ad uso non residenziale.

Dopo la forte contrazione sperimentata tra la fine del 2011 e l'inizio del 2012, anche i costruttori di facciate si trovano in una fase interlocutoria, evidenziata dal fatto che circa il 50% delle aziende oggetto dell'indagine Uncsaal<sup>23</sup> ha conseguito un fatturato invariato rispetto a quello dello scorso semestre. Tuttavia circa 1/3 delle aziende continua a perdere ricavi.

Le contrazioni del mercato per il 2012 risultano per i serramenti del 14% e per le facciate continue dell'8%.

L'evoluzione del mercato è decisamente dipendente dall'andamento delle domande di riqualificazione che usufruiscono degli incentivi fiscali. A partire dalla loro introduzione nel 2007, gli incentivi fiscali del 55% per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici hanno generato un fatturato aggregato di circa 20 miliardi di euro, di cui circa 8 miliardi per il settore dei serramenti nel suo complesso, ovvero considerando i serramenti in alluminio, legno e in PVC. L'impatto sul settore dei serramenti metallici è cresciuto in modo rilevante nel corso degli anni: nel 2007 contribuivano al 17% della domanda di serramenti metallici, oggi gli incentivi fiscali generano una domanda di serramenti metallici di circa 570 milioni di euro che corrisponde al 37% del giro d'affari del mercato di questi ultimi.

I dati evidenziano che ci si sta avvicinando al punto più basso della crisi: questo processo di avvicinamento durerà per tutto il primo semestre del 2013, durante il quale si registreranno contrazioni dei ricavi nell'ordine del 4%-6%.

La ridefinizione strutturale dei confini del settore avrà come effetto la scomparsa di numerosi operatori a tutti i livelli della filiera, indipendentemente dalle dimensioni della singola azienda. Quello delle crisi d'impresa e dei fallimenti è un fenomeno che è già iniziato nel 2012 e continuerà per tutto il 2013. Si stima che tra 1.000 e 1.600 aziende entreranno in uno stato di sofferenza e che nella maggioranza dei casi l'esito della crisi non sarà positivo.

In ogni caso per il 2013 ci si attende una ulteriore contrazione del fatturato aggregato del comparto che dovrebbe collocarsi tra il 4% e il 6% rispetto al dato del 2012, considerando gli effetti del prolungamento del 55%.

## **I principali programmi edilizi in corso**

Come evidenziato nel paragrafo precedente, l'evoluzione del mercato è decisamente dipendente dall'andamento delle domande di riqualificazione che usufruiscono degli incentivi fiscali. Il settore delle tecnologie per l'involucro edilizio è testimoniato da alcuni programmi di edilizia sostenibile realizzati, tra i quali abbiamo selezionato alcuni esempi di particolare rilievo ai fini delle nostre argomentazioni:

- Riqualificazione energetica Edificio Sala a Cambiate (cappotto esterno)

- Ristrutturazione energetica di una cascina del '700 a Caprino Bergamasco (cappotto interno)
- Casa per minori Fondazione Don Leandro Rossi, Lodi (MI) (facciata ventilata)

### RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA EDIFICIO SALA A CAMBIATE



Fonte foto: sito internet Vanoncini

Nell'edificio Sala a Cambiate, gli interventi di riqualificazione hanno riguardato in particolare le strutture opache con un isolamento a cappotto dello spessore di 12 cm di polistirene espanso, il rifacimento del tetto previo smaltimento dell'eternit esistente con isolamento con 16 cm di XPS e ventilazione e una nuova copertura con ardesia ceramica - **rifacimento completo** delle parti finestrate con sostituzione completa dei serramenti con finestre in PVC e vetri bassoemissivi e, per evitare ponti termici, la sostituzione delle soglie e un nuovo sistema di oscuramento;

- **impianto di riscaldamento e acqua calda sanitaria** con caldaia a condensazione e solare termico, e impianto radiante a pavimento; - **nuovi spazi interni** sono stati realizzati con i sistemi a secco. In particolare, l'isolamento termico a cappotto costituisce uno dei sistemi di isolamento più efficaci. Dal punto di vista tecnologico, esso comporta l'applicazione di un rivestimento isolante sulla parte esterna delle pareti dell'edificio, così da correggere i ponti termici e ridurre gli effetti indotti nelle strutture e nei paramenti murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna. Il sistema consente di mantenere le pareti d'ambito a temperatura più elevata, evitando fenomeni di condensa e aumentando il confort abitativo. Dal punto di vista energetico l'edificio è certificato in classe B Cened.

### RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA DI UNA CASCINA DEL '700 A CAPRINO BERGAMASCO



Fonte foto: abitiamo in classe A di Casa Clima n.09/2011

Nell'intervento della cascina in pietra a Caprino Bergamasco, la ristrutturazione è stata completa, a partire dalle sottomurazioni fino alla nuova copertura in legno, con nuovi solai in legno, nuovi serramenti, isolamenti, interni con tecnica S/R. Dal punto di vista dell'involucro è stato scelto un tipo di intervento con sistema a cappotto interno con iperisolante termo riflettente Actis e controparete in gesso rivestito sulle murature perimetrali. In particolare il sistema a cappotto interno dal punto di vista tecnologico, consiste in un'applicazione mediante incollaggio di pannelli composti sulla faccia interna delle pareti di tamponamento. A differenza del cappotto esterno, questa tecnica non corregge i ponti termici e non consente di mantenere le pareti d'ambito a temperatura più elevata. Dal punto di vista energetico l'edificio è certificato in classe B Cened.

## CASA PER MINORI FONDAZIONE DON LEANDRO ROSSI, LODI (MI)

L'intervento della casa per minori a Lodi costituisce un esempio di applicazione di casa passiva ad un edificio di grandi dimensioni e di adeguamento a funzioni differenti, nel rispetto di alti standard energetici (eseguito con il supporto scientifico del dipartimento Best del Politecnico di Milano) con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici e offrire un'alta qualità ambientale interna.



Fonte foto: sito internet [www.edilio.it/media/edilio/prodotti/file/ISO-TEC\\_parete.pdf](http://www.edilio.it/media/edilio/prodotti/file/ISO-TEC_parete.pdf)

La facciata ventilata, di rapido

montaggio, realizzata con il sistema Isotec Parete (pannello isolante in poliuretano di spessore 120 mm accoppiato ad un'intercapedine ventilata di spessore 40 mm), accoglie rivestimenti di pesi e tipologie differenti, dai materiali pesanti, come le tavelle in cotto, ai materiali leggeri, come lastre in fibrocemento.

La parete ventilata è un sistema di coibentazione dall'esterno. Dal punto di vista tecnologico, il sistema si compone di tre strati tecnici interconnessi. I vantaggi che si ottengono sono simili a quelli forniti dal cappotto esterno: correzione dei ponti termici e riduzione degli effetti indotti nelle strutture e nei paramenti murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna. Il sistema consente di mantenere le pareti d'ambito a temperatura più elevata, evitando fenomeni di condensa e aumentando il comfort abitativo.

## Il mercato nazionale degli impianti<sup>24</sup>

Il settore impiantistico conta, nel 2011, circa 167.500 aziende, 95.500 nel ramo elettrico e 66.000 in quello termico, per un totale di 568.00 addetti (354.00 impianti elettrici e 189.000 impianti termici).

Questi numeri ci confermano l'assoluta rilevanza del segmento impianti nell'ambito delle costruzioni, e ci costringono a dare conto di questa realtà economica (nonostante essa non ricada direttamente sotto la rappresentanza sindacale a livello edilizio), senza la quale ci sfuggirebbe quasi un terzo della realtà economica delle costruzioni.

Le aziende sono, nel 95% dei casi, di tipo artigianale, mentre gli addetti sono per il 55% artigiani e per il restante 45% afferenti all'industria.

Le imprese con meno di 5 addetti rappresentano il 90% dell'intero mercato impiantistico; solo l'1,25% delle imprese ha più di 20 addetti.

I dati dell'indagine congiunturale Assisat, effettuata su un campione rappresentativo delle aziende del settore, registra un 50% circa degli intervistati che dichiara di subire flessioni di fatturato e portafoglio ordini nel 2011, percentuale in crescita rispetto al 2010.

Riguardo all'occupazione, oltre la metà delle aziende non ha variato il numero di occupati, mentre nel 30% dei casi si è andati ad una riduzione dell'organico, che

ha colpito soprattutto i contratti di lavoro subordinato, mantenendo stabili i contratti di somministrazione.

Nel 2011 più del 60% degli intervistati riteneva il 2012 un anno più difficile di quello appena trascorso, con un calo previsto dei fatturati e degli ordini del 30% ed una riduzione dell'organico che sale al 36% delle imprese.

Gli impianti termici mostrano flessioni più consistenti rispetto al ramo elettrico, così come incide la classe dimensionale delle imprese: quelle sopra i 25 addetti mostrano performance e tendenze nettamente migliori delle altre.

## I principali programmi edilizi in corso

Il settore degli impianti in edilizia è testimoniato da alcuni programmi di edilizia sostenibile realizzati, tra i quali abbiamo selezionato alcuni esempi di particolare rilievo ai fini delle nostre argomentazioni:

1. la residenza Collina dei ciliegi a Canonica Lambro di Triuggio (palazzina elettrica in classe A);
2. la villetta bifamiliare realizzata a Boves in provincia di Cuneo (edificio in Classe GOLD di CasaClima);
3. l'edilizia residenziale sociale a Sesto Fiorentino in provincia di Firenze (classe B);
4. il progetto Botticelli a Mascalucia in provincia di Catania (certificazione secondo il protocollo Passiv Haus e Casaclima Gold)

### RESIDENZA COLLINA DEI CILIEGI A CANONICA LAMBRO DI TRIUGGIO (MB)



Fonte foto: sito internet infobuild energia

L'intervento Collina dei ciliegi a Canonica Lambro di Triuggio, nuovo complesso residenziale in classe A, non utilizza combustibile fossile (gasolio o metano), né geotermia, ma solo energia elettrica, applicando una innovativa tecnologia giapponese a bassissimo consumo, integrata con un impianto fotovoltaico per le parti comuni. Tutto l'edificio ottiene calore dai pannelli fotovoltaici e dalle pompe inverter con riscaldamento a pavimento.

L'impianto termico è stato realizzato con n.10 pompe di calore trivalenti Acquainverter modello Monoblocco-WVRH06 con n.10 unità esterne COH2505D per gli appartamenti e n.2 Acquainverter modello Universale-WA14 con n.6 unità esterne COH4005D interfacciati con un serbatoio di acqua calda sanitaria da 150 litri. Per il lato impianto sono stati installati come Volano termico n.12 WACN60 da 60 lt. integrati nella carrozzeria e n. 2 WACN80 da 80 lt per gli attici.

L'impianto fotovoltaico è stato realizzato da 6,6 kWp composti da n° 30 moduli fotovoltaici modello ECA220W-60 e da n.3 Inverter modello Fronius IG20 connessi

alla rete in modalità scambio sul posto per coprire i consumi elettrici comuni della palazzina. Il Sistema di riscaldamento e raffrescamento comprende impianti radianti a pavimento con centralina di termoregolazione distinte, abbinati a deumidificatore modello Dry Radiant 80H. Eca Technology ha fornito il sistema in pompa di calore Acquainverter e l'impianto fotovoltaico. Il risultato è una palazzina elettrica con Eca-TechnologySystem, in Classe energetica A.

### **VILLETTA BIFAMILIARE REALIZZATA A BOVES IN PROVINCIA DI CUNEO, PRIMO EDIFICIO IN PIEMONTE IN CLASSE GOLD DI CASACLIMA**

L'intervento della villetta bifamiliare realizzata a Boves in provincia di Cuneo, ha ricevuto il riconoscimento per essere il primo edificio in Piemonte in classe GOLD di CasaClima.

Dal punto di vista impiantistico è stato scelto il sistema Aquarea Panasonic che fa parte delle nuove soluzioni tecnologiche "green" ad alta efficienza sviluppate da Panasonic Air Conditioning. La pompa di calore Aquarea sfrutta, grazie a un ciclo frigorifero, l'energia termica presente nell'aria esterna e la trasferisce, tramite uno scambiatore di calore, all'acqua impiegata per riscaldare la casa. In particolare, la versione "solo Caldo" utilizzata per l'edificio in questione è un kit composto da una unità esterna Aquarea Alta Connettività da 9KW e una unità interna Aquarea Alta Connettività S/RIS da 9KW. L'unità split garantisce massima efficienza anche a basse temperature, è dotata di un termostato per semplificarne il controllo e, se collegata a pannelli solari, aumenta ancora di più l'efficienza riducendo l'impatto sull'ecosistema.



Fonte foto: sito internet infobuild energia

### **EDILIZIA RESIDENZIALE SOCIALE A SESTO FIORENTINO, FIRENZE (FI) - CLASSE B**

L'intervento di edilizia residenziale sociale sovvenzionata in via Risorgimento, a Sesto Fiorentino è orientato al contenimento dei consumi energetici (certificazione classe B), con utilizzo integrale di criteri bioclimatici per il clima mediterraneo. L'edificio è stato progettato secondo precisi criteri ecologici ad impiantistica integrata, che possono essere così sintetizzati: chiusure esterne a forte inerzia termica;



Fonte foto: sito internet edilio

gronda sporgente per favorire l'ombreggiamento; eliminazione dei ponti termici; schermature fisse e mobili; infissi dotati di vetri stratificati basso emissivi; impianto centralizzato a condensazione e pannelli radianti a bassa temperatura; impianto solare per acqua calda sanitaria; pannelli fotovoltaici per uso condominiale; materiali da costruzione ecologici, materiali riciclati, fotocatalitici; utilizzo razionale delle risorse idriche (recupero acqua piovana, scarichi a cacciata ridotta, getti regolati, ecc.). L'edificio sperimenta, tra i primi in Italia, il sistema di protezione sismica Fric-

tion Pendulum Sistem (FPS), un dispositivo di isolamento che, interposto tra le strutture portanti in elevazione e il piano interrato, consente di ridurre sensibilmente gli eventuali effetti di un sisma sulla struttura sovrastante.

### **PROGETTO BOTTICELLI A MASCALUCIA IN PROVINCIA DI CATANIA (CERTIFICAZIONE SECONDO IL PROTOCOLLO PASSIV HAUS E CASACLIMA GOLD)**

L'intervento Botticelli è una villetta unifamiliare "All Electric" realizzata secondo il protocollo Passiv Haus e Casaclima Gold, primo esempio di Casa Attiva in Sicilia, in cui i fabbisogni energetici sono superati dalla produzione.

Una progettazione efficiente dell'involucro opaco e trasparente ha integrato l'utilizzo dei

sistemi impiantistici: una pompa di calore aria-acqua per compensare i fabbisogni di climatizzazione dell'edificio, un impianto di ventilazione con recupero entalpico del calore ed un sistema geotermico con scambiatore interrato per il pre-trattamento dell'aria immessa. La produzione da fonti rinnovabili ha previsto l'installazione di un sistema fotovoltaico e di un solare termico. A completare il quadro degli impianti, vi è un apposito impianto di monitoraggio e gestione di controllo domotico e gli impianti per il recupero delle acque piovane e il riciclo delle acque grigie, azzerando così l'utilizzo di acqua potabile. Il Progetto Botticelli fa parte di un progetto Europeo, il PASSReg, in collaborazione con il Passiv Haus Institut, il Politecnico di Milano - gruppo eERG, la Regione Siciliana ufficio Energy Manager e la Provincia regionale di Catania, per la divulgazione e la diffusione di edificio PASSIV HAUS di nuova generazione in conformità alle Direttive Europee NZEB Zero Energy Building.



*Fonte foto: sito internet infobuild energia*

### **2.3.3 LE TECNOLOGIE MASSIVE**

Come già illustrato nel primo Rapporto Oise<sup>25</sup>, l'utilizzo di involucri edilizi massivi, o meglio "capacitivi", cioè costituiti da materiali ad elevata capacità termica<sup>26</sup>, consente nei climi mediterranei, specie se caratterizzati da un'ampia escursione termica giornaliera (circa 15°C) e quindi da una ventilazione notturna efficace, di ridurre il carico termico da raffrescamento estivo del 10÷40% rispetto al caso di involucri leggeri, a parità di prestazioni isolanti.

Parliamo delle soluzioni tecnologiche a parete portante, o caratterizzate da ampi spessori murari, in pietra o laterizio, costruiti in modo tradizionale, che debbono però essere complessivamente progettati e realizzati secondo le regole della bioclimatica. Particolarmente vantaggiose, in clima mediterraneo, le soluzioni d'involucro monostrato in laterizio.

## Il mercato nazionale delle tecnologie in laterizio

Quinto anno di calo consecutivo per il mercato nazionale dei laterizi: nel 2012 si registra un importante -27% rispetto al 2011.

La produzione 2012 si ferma a 7,5 milioni di tonnellate, poco più di un terzo dei valori pre crisi. Si contano 147 siti produttivi operativi, dal 2007 hanno chiuso ben 84 stabilimenti.

La ripresa appare lontana e senza politiche incisive per il rilancio del settore delle costruzioni, si prospetta un ulteriore -8,8%, anche per il 2013<sup>27</sup>.

Il settore dei laterizi è, insieme a quello del cemento (la produzione nazionale si è dimezzata negli ultimi sette anni), uno dei più colpiti tra i produttori di materiali per le costruzioni; l'unica tipologia di prodotto che limita la flessione produttiva (-25% del 2012 sul 2011, -48% dal 2007) è quella degli elementi per coperture (coppi e tegole, pezzi speciali), soprattutto grazie all'impiego negli interventi di recupero degli edifici esistenti.

I prodotti per murature (mattoni e blocchi, forati e tavelle, blocchi per solai) mostrano tutti flessioni molto consistenti che vanno dal -20% al -35% del 2012, ed arrivano dal -60% al -75% per tutto il periodo della crisi (2007-2012).

Le previsioni a breve periodo sono determinate sulla base delle dinamiche degli investimenti nelle costruzioni, ed in particolare considerano la proroga delle agevolazioni fiscali finalizzate al recupero edilizio (50%) e al miglioramento delle prestazioni energetiche (65%), definite dal D.L. 63 del 4 giugno 2013. In base alle stime del Cresme (+1,1% di spesa in interventi di rinnovo nel 2013 e +1,6% nell'anno successivo), l'Andil prevede ancora un calo importante (-8,8%) nel 2013 e meno marcato nel 2014 (-2,1%).

Il punto di minimo della produzione dovrebbe toccare i 6,7 milioni di tonnellate nel 2014.

Da questi dati si evince come, a livello nazionale, le tecnologie "tradizionali", oltre a perdere quote di produzione per effetto diretto della crisi e della riduzione della domanda di costruzioni, non riescano ad essere competitive sul segmento di mercato più attivo, ovvero quello della riqualificazione energetica, perdendo quote di produzione erose da altre tecnologie costruttive, maggiormente competitive.

## I principali programmi edilizi in corso

L'impegno in questo settore è testimoniato da alcuni programmi di edilizia sostenibile realizzati ed in corso di realizzazione in Italia con sistemi costruiti in modo tradizionale-evoluto, progettati e realizzati secondo le regole della bioclimatica, tra i quali ne abbiamo selezionati alcuni di particolare rilievo ai fini delle nostre riflessioni:

- il Centro Servizi Comunali di Sulmona, in provincia dell'Aquila;
- l'edificio residenziale nel comune di Vignole Borbera in provincia di Alessandria;
- la residenza Manzoni in laterizio faccia a vista a Porto San Giorgio, in provincia di Fermo;
- il complesso residenziale 'Il violino' a Brescia.

## **CENTRO SERVIZI COMUNALI DI SULMONA IN PROVINCIA DELL'AQUILA**

Nel progetto pilota per il Centro Servizi del Comune di Sulmona, frutto della collaborazione tra il Comune di Sulmona, l'Ente Nazionale per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (Enea) e l'Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi (Andil), la struttura è costituita da una muratura portante monostrato in laterizio alleggerito in pasta e, per il piano interrato, una struttura intelaiata in calcestruzzo armato.



*Fonte foto: La gazzetta dei solai n,86, maggio 2012*

Dal punto di vista sismico l'edificio risponde per le prestazioni meccaniche alle massime sollecitazioni sismiche ipotizzate dalla normativa per il nostro Paese. In relazione all'aspetto energetico, sono state adottate soluzioni in grado di classificare la costruzione, alla luce della nuova Direttiva 31/2010/CE Recast, come un edificio a energia quasi zero<sup>28</sup>.

In questo progetto la sperimentazione conferma il laterizio come un materiale assolutamente attuale in termini di prestazioni e affidabilità.

## **EDIFICIO RESIDENZIALE NEL COMUNE DI VIGNOLE BORBERA IN PROVINCIA DI ALESSANDRIA**

Nell'edificio residenziale sito in via Leonardo da Vinci nel Comune di Vignole Borbera, in provincia di Alessandria, costituito da 6 unità abitative, tra le caratteristiche innovative è stato scelto il sistema costruttivo in laterizio a elevate prestazioni termiche. Dal punto di vista energetico infatti, per i muri perimetrali del complesso l'uso dell'innovativo Poroton Plan TS8 di Danesi, coniuga i vantaggi del sistema rettificato a setti sottili con le prestazioni del polistirene espanso additivato con grafite, generando un sistema costruttivo con elevate prestazioni energetiche. La posa dei blocchi risulta essere praticamente a secco, garantendo così massima pulizia del cantiere e consistenti risparmi, perchè non necessita di materiali, spazi, attrezzature e personale specializzato per la produzione e distribuzione della malta e per la successiva fase di posa. Il sistema permette di realizzare pareti monostrato capaci di elevati valori di isolamento termico e inerzia termica, fondamentali per garantire edifici a basso consumo energetico.



*Fonte foto: sito internet edilportale*

## RESIDENZA MANZONI IN LATERIZIO FACCIA A VISTA A PORTO SAN GIORGIO IN PROVINCIA DI FERMO

Nell'edificio residenziale Residenza Manzoni a Porto San Giorgio in provincia di Fermo, composto da 30 unità immobiliari abitative di varie tipologie, tra le caratteristiche innovative è stato scelto di sperimentare un sistema di ancoraggio della fodera esterna del laterizio a faccia vista al telaio in cemento armato con



*Fonte foto: sito internet infobuild energia*

l'uso delle fibre di carbonio e calce pozzolanica, oggetto di un protocollo di ricerca per valutarne il comportamento strutturale ai fini antisismici. Inoltre per le fodere interne del tamponamento esterno sono stati utilizzati dei laterizi con bassa percentuale di foratura a forte massa ed elevata inerzia termica al fine di garantire un ottimo comfort abitativo estivo. Dal punto di vista energetico l'edificio è classificato in classe energetica A.

## COMPLESSO RESIDENZIALE IL VIOLINO A BRESCIA

Nel complesso residenziale 'Il violino' a Brescia, composto da 143 alloggi articolati secondo due tipologie, edifici a schiera e edifici in linea, tra le caratteristiche innovative è stato scelto un sistema costruttivo evoluto in laterizio, rispondente ai principi dell'Architettura bioclimatica. Negli edifici a schiera le murature sono realizzate in blocchi di laterizio ad alte prestazioni termiche, intonacati, e prevedono un isolamento a cappotto in sughero in corrispondenza dei fronti completamente esposti.



*Fonte: www.laterizio.it*

Negli edifici in linea le murature perimetrali sono realizzate in blocchi di laterizio porizzato ad alte prestazioni termiche dello spessore di 30 cm, rivestite esternamente da un intonaco termoisolante a base di perlite. Dal punto di vista energetico tutto il complesso è realizzato con elevate prestazioni.

## 2.4 L'INNOVAZIONE ENERGETICA ATTRAVERSO L'ANALISI DI BUONE PRATICHE NAZIONALI

Le esperienze di edifici e quartieri sostenibili cominciano ad assumere rilievo anche in Italia. Gli esempi di buone pratiche scelti questo anno per il nostro Rapporto riguardano principalmente la riqualificazione strutturale ed energetica di edifici esistenti e affrontano anche la nuova costruzione, con un approccio progettuale bioclimatico. La scelta è stata operata sia per approfondire gli aspetti innovativi degli interventi che avranno maggiori potenzialità di sviluppo nell'immediato futuro (sappiamo infatti che il grado di raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica degli edifici dipende, in massima parte, dalla capacità di portare ad un buon livello di isolamento il patrimonio esistente), sia per mostrare come sia, già da oggi, concretamente possibile raggiungere dignitosi livelli qualitativi di sostenibilità edilizia anche nel caso dell'intervento sul patrimonio esistente.

In particolare ci preme sottolineare, e questi esempi ne sono una efficace testimonianza, che un intervento diffuso di riqualificazione energetica del nostro patrimonio edilizio non si può raggiungere senza un sistema d'impresa che operi con livelli e standard qualitativi elevati, sia nell'uso di materiali e tecnologie, sia nella scelta di procedure trasparenti e fornitori selezionati, né senza un approccio progettuale attento alla dimensione dell'efficienza energetica.

### 2.4.1 RIQUALIFICAZIONE DI UN EDIFICIO ESISTENTE (CLASSE ENERGETICA B)

Parlare dal punto di vista economico di componenti ed impianti per la riqualificazione energetica degli edifici è complesso, poiché molte ed eterogenee sono le famiglie di prodotti impiegati per questa tipologia di interventi.

Una rappresentazione sufficientemente esauriente dell'andamento del comparto può essere desunta dalle analisi economiche di due categorie.

#### EDIFICIO IN VIA ARNO, 21 ROMA

**Tipo di intervento:** ristrutturazione di porzione di edificio esistente, 34 appartamenti

**Indice di prestazione energetica globale dell'edificio:** 43,9 kWh/mq anno<sup>29</sup>.

**Stato di avanzamento dei lavori:**  
inizio dell'opera: 2011;  
consegna prevista: 2013 (in corso)



*Fonte foto: sito internet gruppo Santarelli*

**Caratteristiche di cantiere:** tradizionale evoluto

**Specializzazioni richieste:** muratore specializzato murature storiche, muratore esperto in tecniche di miglioramento energetico, esperto in installazione impianti.

## Descrizione dell'intervento<sup>30</sup>

L'edificio di via Arno 21 a Roma, si trova adiacente allo storico quartiere Coppedè, e rappresenta un esempio di architettura degli anni '30, che si ispira ai canoni classici dell'antica Roma. Con caratteristica pianta a 'T' si sviluppa su sette piani oltre al piano terra e all'interrato. La facciata si contraddistingue per la presenza di stucchi, decorazioni, affreschi e statue classiche sulla terrazza dell'ultimo piano. La ristrutturazione, nel rispetto delle originarie caratteristiche architettoniche, adegua funzionalmente le tipologie e i materiali agli attuali criteri progettuali e costruttivi.



Fonte foto: sito internet gruppo Santarelli

La struttura portante è in c.a., i solai di piano sono in latero-cemento con travetti

gettati in opera; la copertura del tipo a falda, è realizzata

con rifacimento dei copri ferro e della pulizia e il trattamento dei ferri stessi.

Il tamponamento esterno è realizzato con muratura in tufo rifinita esternamente con intonaco civile tintecciato. In alcune zone i tamponamenti esterni sono realizzati con mattoni forati, finiti esternamente ad intonaco.

Gli impianti di riscaldamento degli alloggi sono del tipo autonomo con produzione centralizzata, con caldaia a condensazione alimentata a metano. Gli impianti di raffrescamento sono con gruppo frigo a pompa di calore. Ogni alloggio è dotato di contabilizzatore dei consumi di riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria e acqua fredda.



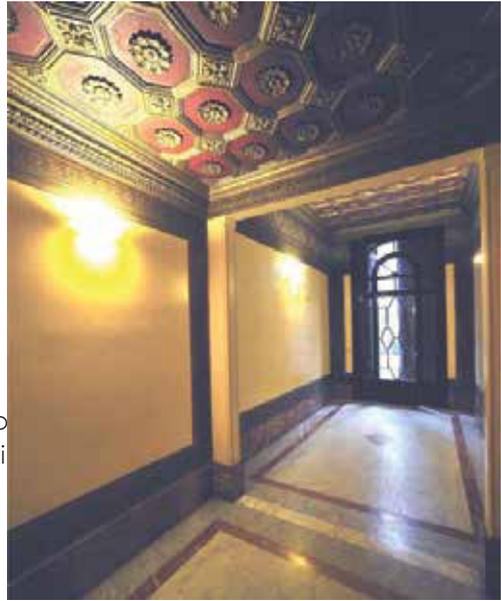
Planimetrie

Fonte foto: sito internet gruppo Santarelli

## Caratteristiche innovative

Ai fini di migliorare il rendimento energetico dell'edificio, tutti le pareti di tamponamento esterno sono ricoperti, sul lato interno, da un cappotto di isolante termico in polistirene espanso sinterizzato. Per le tamponature interne e i vani per il passaggio dei servizi, struttura in alluminio, con interposto pannello di lana di roccia e doppio pannello di rivestimento, uno in fibrogesso e uno esterno di finitura in cartongesso. Le murature divisorie (alloggio-alloggio e alloggio-vano-scala) sono in laterizio forato affiancato su ambedue i lati da pannelli termoisolanti, finiti con doppia lastra (fibrogesso e cartongesso).

I solai originali sono isolati mediante la realizzazione di un massetto in cemento cellulare coadiuvato dal pannello acustico (offre anche un contributo termico). La copertura è isolata con pannelli di isolante termico dello spessore opportuno. Importante l'eliminazione dei ponti termici.



Fonte foto: sito internet gruppo Santarelli



Fonte foto: sito internet gruppo Santarelli

## Impianti

Ogni alloggio è dotato di centrale domotica che, oltre ad avere la funzione di postazione videocitofonica, controlla il sistema antintrusione e la gestione dei carichi prioritari.

Negli alloggi la distribuzione del caldo è garantita da pannelli radianti a pavimento (nei bagni elementi scaldanti tipo termo arredo). Il dispositivo di gestione e regolazione del calore e del freddo (cronotermostato) è unico per tutto l'alloggio. Da tale dispositivo è possibile controllare la temperatura di ogni stanza tramite apposite sonde di temperatura. Per controllare il livello di umidità relativa è installato in ogni alloggio un deumidificatore.



## Figure professionali e nuove esigenze formative per le tecniche innovative

L'analisi delle fasi lavorative ha evidenziato l'impiego delle seguenti nuove figure professionali:

FASI LAVORATIVE	CERTIFICAZIONE ENERGETICA REGIONALE
Tamponature esterne	Operatore esperto murature storiche Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Tamponature interne	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Solai	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Coperture	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Infissi	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Impianto domotica	Esperto in installazione impianti-tecnologie per la domotica
Impianto riscaldamento	Esperto in installazione impianti-contabilizzazione del calore
Impianto raffrescamento	Esperto in installazione impianti-contabilizzazione del freddo e dell'UR

Fonte: elaborazione Centro Studi Fillea su dati forniti da Santarelli Costruzioni SpA (AP)

Come si vede dal prospetto precedente, si tratta principalmente di nuove figure professionali legate all'impiantistica (termica, ventilazione, domotica), a cavallo tra l'edilizia e la meccanica, in gran parte non rappresentate dal contratto dell'edilizia ma appartenenti alla categoria metalmeccanica.

Per quanto riguarda le opere murarie, ovvero gli interventi di isolamento, assistiamo alla specializzazione di figure tradizionali (il muratore) che acquistano competenze specifiche nell'ambito della riqualificazione energetica (conoscenza di nuove tecnologie e materiali, corretta posa degli stessi, nuovi rischi legati all'uso).

## Conclusioni

Questo esempio, che non ha potuto raggiungere una classe energetica superiore a causa dell'impossibilità di installare un impianto fotovoltaico in copertura e di effettuare un isolamento a cappotto esterno, può essere replicabile in tutti quegli interventi in ambito urbano centrale e semicentrale, dove si ha a che fare con vincoli storico-artistici, in quanto garantisce comunque un elevato livello di sostenibilità energetico-ambientale. Come già accennato all'inizio del paragrafo, questo intervento ben esemplifica un modus operandi di eccellenza, fondato sulla qualità costruttiva e imprenditoriale, che viene praticato a partire dal contraente generale della commessa.

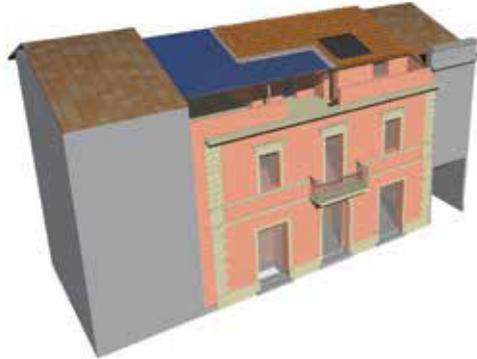
La qualità del prodotto finale, in questo intervento, è garantita sia nella scelta accurata dei migliori materiali e componenti disponibili sul mercato (puntualmente indicati, nelle prestazioni richieste, da un capitolato d'appalto vincolante per le imprese sub affidatarie), sia da una attenta selezione delle stesse imprese che realizzano l'opera, spesso aziende leader del settore per lavori specialistici legati alla riqualificazione energetica.

## 2.4.2 RIQUALIFICAZIONE CON PARZIALE DEMOLIZIONE -RICOSTRUZIONE (CLASSE ENERGETICA A)

**Tipo di intervento:** edificio sperimentale nell'ambito della riqualificazione energetica e dell'ampliamento dell'edificio esistente Lombardi-Savari a San Vincenzo in provincia di Livorno.

**Indice di prestazione energetica globale dell'edificio:** classe energetica A

**Stato di avanzamento dei lavori:** fine lavori: 2012



*Vista d'insieme e ultimo piano*

*Fonte foto: sito internet Abitare Mediterraneo*

**Caratteristiche di cantiere:** tradizionale evoluto e tecnologia a secco

**Specializzazioni richieste:** muratore specializzato murature storiche, muratore esperto in tecniche di miglioramento energetico, esperto in installazione impianti



*Montaggio*

*Fonte foto: sito internet Abitare Mediterraneo*

## Descrizione dell'intervento<sup>31</sup>

L'edificio Lombardi-Savari a San Vincenzo in provincia di Livorno rappresenta un caso sperimentale di ristrutturazione strutturale e riqualificazione energetica di un edificio esistente in c.a.

L'intervento è volto sia a recuperare e mettere in sicurezza le strutture interne dell'edificio (in pessimo stato di conservazione) in termini di risposta sismica grazie all'impiego di tecnologie costruttive idonee, sia a riqualificarlo energeticamente, per conseguire miglioramenti dal punto di vista dell'efficienza e della riduzione dei consumi. Come edificio sperimentale, nell'ambito della riqualificazione energetica di edifici esistenti, l'intervento si pone l'obiettivo di superare, laddove possibile, le indicazioni delle norme esistenti, sia in termini di isolamento termico che acustico rispetto ai rumori esterni, attraverso l'impiego di tecnologie e materiali finalizzati ad un migliore uso delle risorse.

Per tale edificio sono state effettuate valutazioni teoriche delle prestazioni termo igrometriche dei singoli componenti. In dettaglio le analisi effettuate sull'unità abitativa: simulazione energetica teorica in regime dinamico con i dati climatici locali; valutazione teorica delle prestazioni fisico tecniche dei componenti opachi.



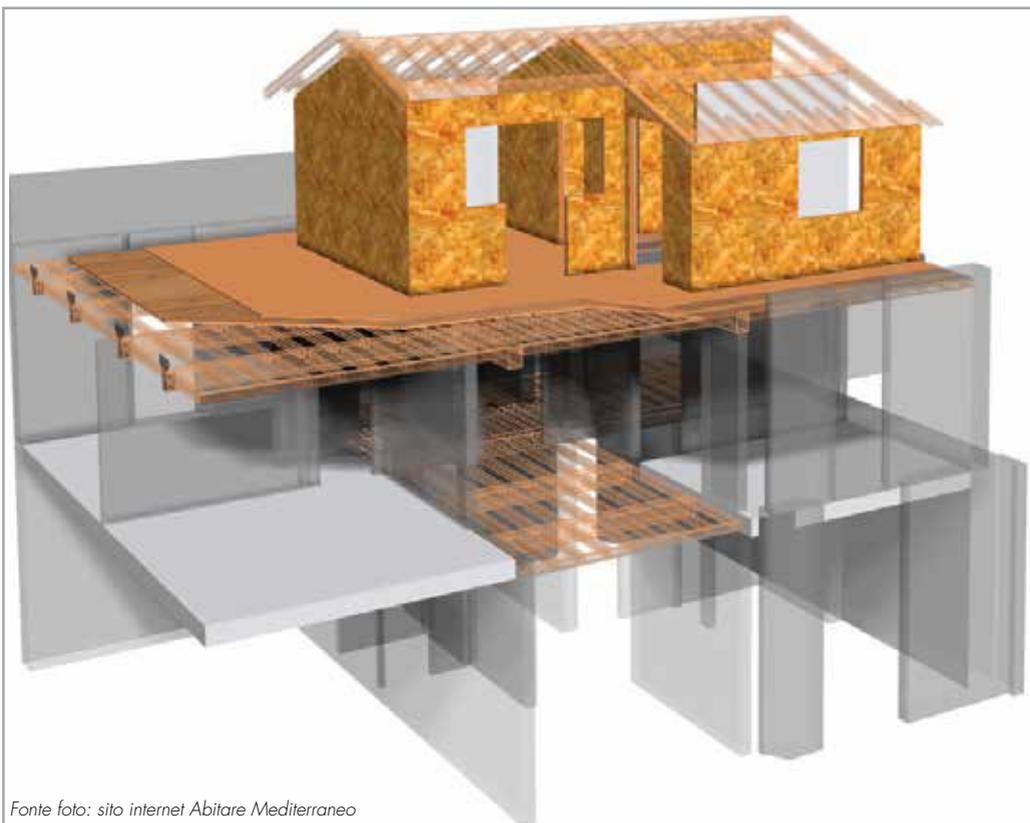
### PARETE

$U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $Y_{ie} = 0,006 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $S = 16 \text{ h } 30'$   
Peso = 85 Kg/mq

### COPERTURA

$U = 0,221 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $Y_{ie} = 0,078 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $S = 9 \text{ h } 30'$

L'edificio, inoltre, recepisce le indicazioni delle Linee Guida sull'edilizia sostenibile della Regione Toscana.



Fonte foto: sito internet Abitare Mediterraneo

## Caratteristiche innovative

Ai fini del consolidamento strutturale, in passato, l'edificio era già stato oggetto di ampliamento e alcuni volumi, andati distrutti, sono stati recuperati e ricostruiti attraverso tecnologie innovative: i solai interpiano e di copertura sono stati demoliti e sostituiti con solai a secco in legno a travi e travetti, che poggiano sui due setti esistenti di muratura portante che suddividono in tre, il volume dell'edificio. Sul lastrico solare sono stati ripristinati dei volumi fatiscenti esistenti.

Ai fini di migliorare il rendimento energetico dell'edificio, per quanto riguarda i tamponamenti esterni, la facciata che insiste sulla zona pedonale è stata mantenuta intatta, sussistendo il vincolo di tutela dei fronti; sulla facciata posteriore invece, si è realizzato un cappotto isolante esterno in lana minerale per migliorarne le prestazioni energetiche. Al piano terra, con interventi minimi, è stato ottenuto un nuovo fondo commerciale, mentre l'accesso all'abitazione è stato spostato sul retro. Per le tamponature interne al piano primo e secondo sono state fatte alcune lievi modifiche con sostituzione dei tramezzi esistenti con pareti di gesso rivestito. I volumi recuperati in copertura sono stati realizzati con struttura in legno del tipo platform frame tamponata con OSB, coibentata termicamente e isolata acusticamente.

Per gli intonaci e le tinteggiature, le rasature sono state verniciate con pitture ecosostenibili, il legno a travi e travetti è stato lasciato a vista nell'intradosso.

Per quanto riguarda i solai, è stato demolito il solaio di copertura costituito dalla stra-

tificazione di tre distinti solai, e sostituito con solaio a secco in legno a travi e travetti, analogo ai sottostanti, variandone la quota di imposta in modo da determinare un'altezza interpiano.

Per quanto riguarda la copertura è stata sostituita con struttura portante lignea a tavolato, del tipo inclinato con manto in cotto ventilato. Gli infissi sono stati sostituiti con serramenti ad elevata efficienza energetica.

### **Impianti**

Con l'impianto idraulico è stato previsto il recupero delle acque piovane per uso irriguo e sanitario (Wc), ed è stata garantita una copertura minima dell'80% del fabbisogno di acqua calda sanitaria con l'impianto solare termico.

Il nuovo impianto di riscaldamento comprende un generatore a condensazione e un sistema a radiatori con valvole termostatiche. La termoregolazione è distinta per ciascun piano. L'impianto elettrico è stato realizzato con distribuzione a stella e disgiuntori per la zona notte che disconnette automaticamente sezioni in assenza di carico, minimizzando i campi elettromagnetici.

Sul piano copertura l'impianto fotovoltaico integrato 4000kWp sopperisce al fabbisogno energetico dell'abitazione e contribuisce alla schermatura solare degli spazi sottostanti. E' inoltre presente un sistema di ventilazione controllata.

### **Gruppo operativo**

Per la riuscita del progetto è stata molto importante la collaborazione del gruppo operativo. In primis l'Università di Firenze, Dipartimento TAeD per le prove in opera, verifiche termigrometriche, acustiche e simulazione energetica dinamica<sup>32</sup>, e le seguenti aziende:

- per gli studi costruttivi, produzione dei componenti e realizzazione<sup>33</sup>, strutture in legno: Ciabatti Legnami srl, Isolamenti termici interni: Manifattura Maiano S.p.A., Cotto e manto di copertura: SO.IA.VA. S.r.l.
- aziende esterne all'ATS ma partner dell'iniziativa: Infissi in legno: SIGE S.r.l., Coordinamento posa infissi: G&G, Sistemi in gesso rivestito e gessofibra: LA.SI.CE. snc, solamenti esterni (cappotto): STO Italia.

### **Figure professionali e nuove esigenze formative per le tecniche innovative**

L'analisi delle fasi lavorative ha evidenziato le seguenti figure professionali:

<b>FASI LAVORATIVE</b>	<b>CERTIFICAZIONE ENERGETICA REGIONALE</b>
Tamponature esterne	Operatore esperto murature storiche Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Tamponature interne	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Solai	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Coperture	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Infissi	Muratore esperto tecniche di miglioramento energetico
Impianto domotica	Esperto in installazione impianti-tecnologie per la domotica
Impianto riscaldamento	Esperto in installazione impianti-contabilizzazione del calore
Impianto raffrescamento	Esperto in installazione impianti-contabilizzazione del freddo e dell'UR

Fonte: elaborazione Centro Studi Fillea su dati forniti da Santarelli Costruzioni SpA (AP)

Rispetto all'intervento precedente, appare più importante e diversificato l'impiego delle nuove figure professionali legate all'impiantistica (elettrica con specializzazione fotovoltaica, termica, ventilazione, domotica, qui anche idraulica), a cavallo tra l'edilizia e la meccanica, mentre per le opere murarie, la specializzazione di figure tradizionali (il muratore) si arricchisce di competenze che riguardano le tecniche di isolamento a cappotto delle pareti, e l'impiego di intonaci e tinteggiature eco compatibili prevede una specifica formazione del pittore/finitore.

## Conclusioni

Questo esempio sperimenta un maggior grado d'innovazione tecnologica rispetto alla ristrutturazione di porzione di edificio residenziale in via Arno a Roma (che infatti raggiungeva la classe energetica B), poiché unisce alla riqualificazione dell'edificio esistente una parziale demolizione e ricostruzione (solai interpiano e volumi in copertura), sommando alle tecniche di ottimizzazione energetica tipiche di edifici esistenti con vincoli di sagoma e di facciata (sostituzione infissi, coibentazione pareti, impianti), quelle più performanti, che sono possibili a seguito di parziale demolizione e ricostruzione (strutture in legno realizzate a secco, tetto ventilato, pannelli termici e fotovoltaici in copertura, cappotto termico nella parete esterna non vincolata).

Tutto ciò permette di conseguire la classe energetica più alta (A), ottimizzando al contempo la distribuzione degli alloggi e recuperando volumi utili.

Per questi motivi l'intervento appare esemplare nelle situazioni in cui non sussistono vincoli storico-paesaggisti.

Il progetto appare inoltre molto attento alla sostenibilità ambientale e non solo a quella energetica, prevedendo l'impiego di materiali ecologici (intonaci e tinteggiature eco compatibili, isolanti riciclati), riducendo l'inquinamento elettromagnetico, prevedendo il recupero delle acque piovane per uso irriguo e sanitario.

Il caso è inoltre esemplare perché frutto di una collaborazione tra Enti ed Istituti di ricerca ed universitari con il mondo produttivo<sup>34</sup>, che si rilegge nella qualità e sperimentality delle materie e delle tecnologie impiegate, delle analisi effettuate, il tutto compendiato in un progetto integrato di elevato livello.



## 2.4.3 HOUSING RESIDENZIALE PUBBLICO PER 18 ALLOGGI A MONTEROTONDO, ROMA

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio: A+ 13 KWh/mq

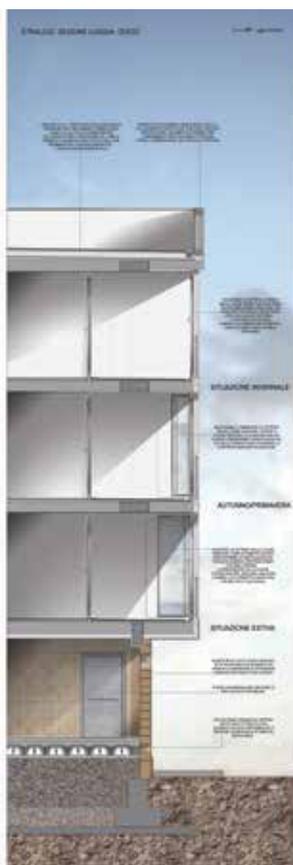
### Stato di avanzamento dei lavori:

progetto preliminare, definitivo, esecutivo: 2006-2007

Realizzazione: Iniziata nel 2008, terminata nel luglio 2010

### Parametri Innovativi

- Comfort termico
- Orientamento
- Torri di ventilazione
- Ventilazione naturale



In area romana, e precisamente a **Monterotondo**, si è sviluppata una occasione di confrontarsi con la "sfida" della sostenibilità ambientale e della efficienza energetica: una sperimentazione progettuale avente per oggetto un edificio di housing sociale pubblico per complessivi 18 alloggi, fortemente improntati al conseguimento dei massimi risultati prestazionali in ordine agli aspetti bioclimatici e di efficienza energetica, la cui progettazione, sviluppata in tutte le sue fasi in poco più di un anno da Lorenzo Cortesini, Alessandra Battisti e Fabrizio Tucci, ha visto impostare il cantiere ed eseguire e portare a compimento l'edificio in meno di due anni, per consegnarlo alle famiglie socialmente più bisognose che dunque lo abitano dalla fine del 2010.

Nell'edificio gli aspetti relativi all'efficienza energetica ed ecologica sono stati estremamente importanti e per quello che attiene la progettazione nei suoi vari momenti, ed in particolare per ciò che riguarda l'organizzazione degli aspetti realizzativi, essi sono stati declinati, in uno scambio continuo tra momento della ricerca e quello della sperimentazione progettuale, attraverso la messa a punto di alcuni dispositivi integrati di controllo passivo testati attraverso simulazioni termo e fluidodinamiche, che hanno dimostrato, al termine del continuo processo di "adattamento" progettuale, una notevole efficienza nonostante il bassissimo costo di costruzione dell'edificio (circa 800 euro a metro quadrato a realizzazione conclusa).

## Caratteristiche innovative del progetto

Dopo una fase di ricerca centrata da una parte sulla disamina dei potenziali apporti, alle condizioni date, di un quadro più ampio di dispositivi, e dall'altra sul calcolo delle prestazioni che ognuno di essi, singolarmente isolato dagli altri, sarebbe stato in grado di fornire, le quattro famiglie di dispositivi tecnologici di tipo bioclimatico passivo sono quelle che danno voce alle quattro principali famiglie di prestazioni bioclimatiche che, ci si auspica si possano ottenere da un edificio residenziale, tanto più se pubblico: quelle ascrivibili al controllo della ventilazione naturale, del raffrescamento passivo, dell'illuminazione naturale e del riscaldamento passivo.



Eccole di seguito:

- 1. quattro sistemi di torri di ventilazione**, servite da un sistema di condotti di aerazione interrati i quali, con moto d'aria ascendente, forniscono ventilazione naturale ai singoli alloggi sia per i ricambi d'aria previsti da normativa che per migliorare il comportamento termico e di comfort degli alloggi stessi, durante tutto l'anno ma in maniera particolarmente significativa d'estate;
- 2. un grande atrio bioclimatico** a tutta altezza sul fronte ovest che d'inverno, chiuso a serra vetrata, contribuisce all'accumulo passivo di calore e d'estate, quasi completamente aperto con sistemi di lamelle vetrate orientabili, garantisce un ampio "lavaggio" d'aria tramite l'innescò di ampi fenomeni di cross ventilation, mentre durante l'intero anno dà un importante contributo in termini d'illuminazione naturale a tutti gli spazi collettivi dell'edificio;
- 3. le logge solari** presenti una per ogni alloggio che, come l'atrio bioclimatico, contribuiscono d'inverno all'accumulo termico passivo e d'estate all'innescò ed accentuazione della ventilazione trasversale;

**4. un sistema d'involucro opaco** che, con la sua stratigrafia studiata e lungamente simulata, vede la successione dall'interno verso l'esterno di massa laterizia alveolata, isolamento termico riciclabile e strato di intonaco ad alta eco-compatibilità ben aggrappato al sottofondo con aiuto di retina metallica.

In particolare, per quel che attiene alle **torri di ventilazione**, sono state concepite come indissolubilmente legate ad una serie di condotti di ventilazione orizzontali interrati, ognuno dei quali si sviluppa per una lunghezza di minimo 30 m, che conducono l'aria prelevata dall'esterno e trattata per scambio termico lungo il tratto interrato fino ai pozzetti presenti al piede di ognuna delle torri di ventilazione, posizionati nel getto del solaio contro terra, pozzetti che ospitano il dispositivo di miscelazione dell'aria in arrivo dai diversi condotti orizzontali e che convogliano la ventilazione nelle torri a sviluppo verticale.

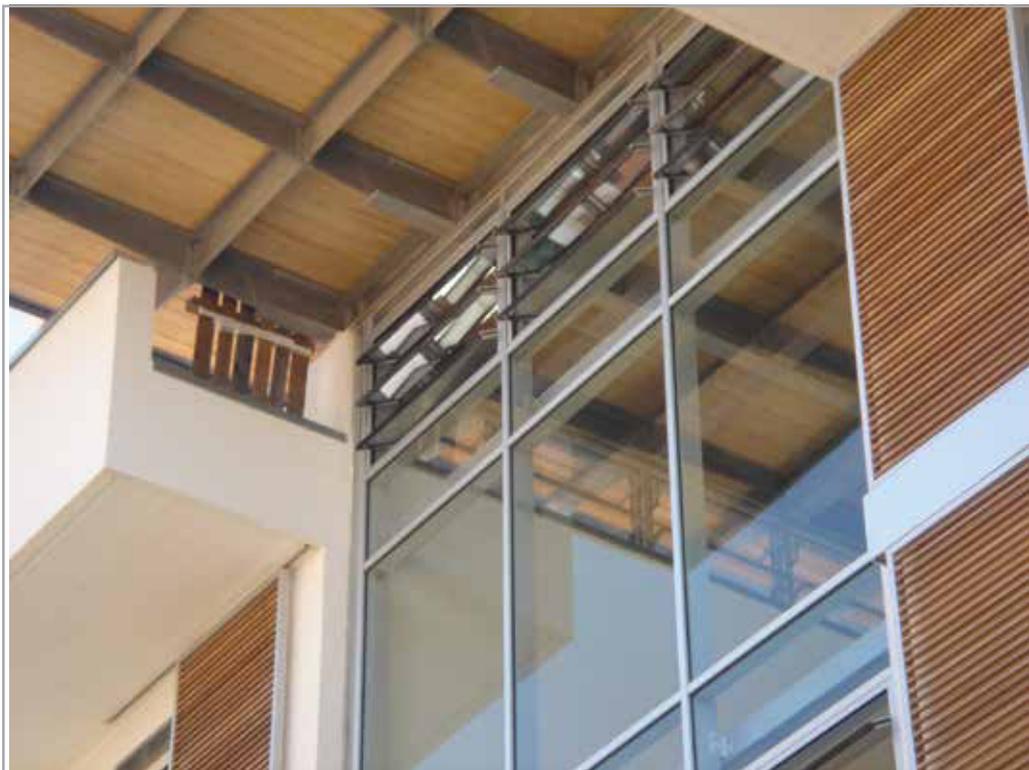
### Materiali e tecnologie

La muratura in elevazione, per la realizzazione delle camere di mandata e ripresa, è costituita da **blocchi monolitici di conglomerato cellulare autoclavato**. In ciascun alloggio sono state installate bocchette di mandata e ripresa con serrande di regolazione. In copertura sono stati installati un estrattore d'aria a torrino ed un ventilatore di tipo centrifugo, che entrano in azione solo laddove il moto ventilativo naturale risultasse temporaneamente insufficiente.

L'**involucro opaco** ( $U=0,13-0,15W/m^2K$ ) è stato realizzato attraverso una stratificazione di **mattoni in laterizio alveolato** (spess. 30cm), con giacitura dei fori orizzontale e percentuale dei fori pari a circa il 60%, **isolamento termico in materiale riciclabile** (8 cm) e rivestimento esterno ad intonaco (graniglia di pietra naturale impastata con malta di cemento). I pannelli isolanti, applicati dal basso verso l'alto, sono stati posati con giunti verticali sfalsati, per prevenire i ponti termici e migliorare la tenuta aria acqua dell'intero involucro. Sul lato nord le prestazioni del pacchetto sono incrementate da uno "spazio cuscinetto" tra interno ed esterno costituito dalla dorsale dei servizi.

In questo caso il complessivo **fabbisogno di energia termica** dell'edificio è di circa **13 KWh/mq annui** (classe energetica A+).





### *DESIGN SHEETS-Credits*

*Public Social Housing for 18 dwellings in Monterotondo, Rome*

*Client: Comune di Monterotondo*

*Design Team Leader: Lorenzo Cortesini (incaricato)*

*Architectural and bioclimatic-environmental aspects: Alessandra Battisti, Fabrizio Tucci*

*Mechanical Electrical and Plumbing (MEP) aspects: Franco Cipriani, Francesco Guglielmi*

*Structural aspects: Fernando Assumma, Giuseppe Rossi*

*Work Supervisor and Health and Safety (H&S) Manager: Lorenzo Cortesini*

*Contractor: A.T.I. Gral Costruzioni Unipersonale S.R.L., Impresa Culicelli Santino*

*Design Development phases: 2006-2007*

*Execution: Started in 2008, ended in July 2010*

## 2.4.4 ESEMPIO DI TECNOLOGIA ANTISISMICA PER LA RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE: IL NODO GORDIANO

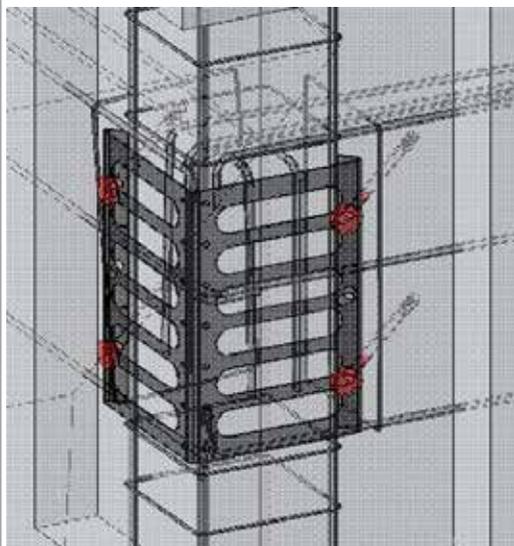
Sono in Italia **865mila** gli edifici residenziali in aree ad alto rischio sismico, per un totale di circa **1,6 milioni di abitazioni**. I dati ovviamente variano molto a seconda dei territori che si va ad osservare, ma non c'è dubbio che il rischio sismico sia storicamente presente in quasi tutta Italia.

Il totale degli edifici a rischio medio ed alto, quindi le situazioni più critiche, raggiunge i **4,7 milioni**, con punte elevatissime in Sicilia (oltre 2,2 milioni di edifici) ed in Campania (quasi 800 mila edifici). Anche al Nord si trovano situazioni di grave pericolo, con il Friuli Venezia Giulia e l'Emilia-Romagna che superano rispettivamente i 170 ed i 230 mila edifici a rischio. Senza considerare gli edifici pubblici di cui il 36,5% necessita di manutenzione urgente, solo il 10% è costruito con criteri antisismici e solo il 54% possiede il certificato di agibilità. Investire sulle strutture antisismiche è dunque un investimento per la sicurezza.



### Sistema brevettato "Nodo Gordiano"

Un caso studio per il rinforzo e l'adeguamento sismico di NODI-PILASTRI-TRAVI è il sistema brevettato del **Nodo Gordiano**.



Nelle strutture esistenti di fine anni '60-'70, ma a volte anche in quelli di nuova costruzione, mancano le staffe nei nodi di cemento armato; senza le staffe infatti il comportamento del nodo risulta fragile ed è il primo elemento ad andare in crisi.

Gordiano è un sistema di rinforzo brevettato, studiato per adeguare le performances dei nodi trave-pilastro secondo cui il Nodo è l'elemento della struttura al quale deve essere garantita la maggiore protezione.

Attraverso l'applicazione di Gordiano, il nodo garantisce la massima resistenza sotto sisma e comunque la maggiore rispetto al pilastro e alle travi che vi concorrono.

## Posa in opera

La posa in opera del Gordiano è demandata sull'intero territorio nazionale ad un network di imprese specializzate nell'applicazione di questo innovativo e risolutivo sistema di rinforzo.

Le imprese applicatrici si qualificano seguendo uno specifico corso di formazione tenuto da personale che illustra le procedure più idonee da seguire per l'esecuzione delle indagini preliminari e la successiva corretta applicazione del singolo Kit.

Il Nodo è un'applicazione replicabile e facilmente cantierizzabile

## Metodo di applicazione:



1\_ RIMOZIONE DEL RIVESTIMENTO E DEL COPRIFERRO. PASSIVAZIONE DELLE ARMATURE



2\_ APPLICAZIONE DELLA GUIDA-PUNTA ALLA MASCHERINA PER GARANTIRE LA FORATURA SECONDO L' ANGOLO PRESTABILITO



3\_ BLOCCAGGIO DELLA MASCHERINA AL FERRO D'ANGOLO TRAMITE LEGATURA



4\_ APPLICAZIONE DELL'INSERTO E FORATURA A PROFONDITA' E DIAMETRO COME DA PROGETTO



5\_ PULIZIA DEI FORI, IMMISSIONE DEL LEGANTE E IMMISSIONE DEI TIRANTI A TESTA A SCOMPARSA



6\_ RIPRISTINO DEL COPRIFERRO DI SPESSORE ADEGUATO E RIPRESA DEL RIVESTIMENTO DEL RIVESTIMENTO

Fonti e foto: Gordiano, Tecnologie Antisismiche

### 3.1 TENDENZE EVOLUTIVE NEI MATERIALI INNOVATIVI PER L'EDILIZIA. LE SCHEDE DEI MATERIALI INNOVATIVI: LEGNO, LAPIDEI, LATERIZI, CEMENTO

L'innovazione nei materiali e nei componenti per l'edilizia prodotti in fabbrica e poi montati in cantiere, si distingue per molti aspetti da quella delle tecnologie edilizie. Nel primo caso, come abbiamo già visto riguardo ai componenti, i produttori hanno iniziato un percorso di innovazione da più tempo rispetto all'edilizia, ed hanno spesso beneficiato degli effetti del trasferimento tecnologico da altri settori manifatturieri ad elevata innovazione.



Parliamo spesso, nel caso dei materiali, di innovazioni adattive, ovvero di gradualità miglioramenti dei manufatti che offrono prestazioni sempre più elevate rispetto al prototipo tradizionale.

Come già accennato nell'introduzione del capitolo, in questo studio focalizzeremo l'analisi dei materiali innovativi sui settori tradizionali dell'indotto edilizio, ovvero cemento, laterizi e manufatti, lapidei e legno, quelli cioè contrattualmente rappresentati dal sindacato degli edili.

Siamo consapevoli di lasciar fuori una parte sempre più importante della filiera delle costruzioni, quella costituita dai manufatti in metallo, dalle plastiche, dal vetro, dall'impiantistica, settori che stanno conoscendo un formidabile sviluppo della ricerca e dell'innovazione tecnologica sotto la spinta della domanda di sostenibilità in edilizia.

La distinzione dei materiali in famiglie che qui riproponiamo (compositi, nanomateriali, naturali-riciclati) è funzionale ad una migliore analisi delle loro caratteristiche, pur non esaurendo la complessità dell'evoluzione tecnologica in corso.

In questa seconda edizione del Rapporto si mostrerà maggiore attenzione agli isolanti, al ciclo di vita di alcuni prodotti di eccellenza ed ad un caso studio sulla bonifica di un edificio da amianto e il conseguente retrofitting con interventi sull'involucro in copertura e integrazione da fotovoltaico.

# SCHEDE TECNICHE

## LEGNO

### COMPOSITI

#### CHYLAB - CHYLON



##### CHENNA srl

Chylab (polietilene 30%, legno 70%)  
Chylon (polietilene 55%, legno 45%)  
materiali compositi legno-plastica  
(WPC) realizzati per estrusione o  
stampaggio a caldo.

#### CERTIFICAZIONI PRODOTTO

Certificazione di materiali riciclati A+ del  
ReMADE in Italy.

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

La parte plastica viene ricavata riciclando contenitori di detersivi, cosmetici e alimentari ottenuti da raccolta differenziata dei rifiuti. I recipienti raccolti vengono lavati e macinati, ottenendo una miscela costituita principalmente da polietilene, sia ad alta che a bassa densità (PE-HD/PE-LD), e in misura minore da polipropilene (PP). La parte legnosa è ottenuta dagli sfridi della produzione di pannelli truciolari e di fibra, macinati ed essiccati fino a ridurli in pagliuzze.

Questi frammenti legnosi formano all'interno del Chenna un reticolo di fibre di legno, conferendo al materiale una notevole resistenza alle sollecitazioni meccaniche. I due componenti (plastica e legno), anche se legati saldamente, restano distinti nell'amalgama offrendo la facilità di modellazione delle plastiche unita alle caratteristiche di resistenza meccanica del legno. Le dimensioni massime d'ingombro di un manufatto in Chenna arrivano a circa 500x500x100 mm [BxLxH]. In ogni caso la larghezza d'ingombro del manufatto deve essere almeno di 250 mm, e il suo spessore compreso fra 2 mm e 30 mm.

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Buone caratteristiche meccaniche nonché una notevole resistenza ad agenti atmosferici, acqua e calore. La sua particolare composizione lo rende particolarmente sfruttabile nel settore dell'isolamento acustico.

Resistenza a temperatura, esposizione per 4 ore ad una temperatura di 100° C, non comporta nessun difetto. Vengono usati in diversi settori - Arredamento : sedili, schienali e scocche per sedie da casa e da ufficio, componentistica strutturale per cucina e mobili da bagno resistente all'acqua (antine, profili...) - edilizia e arredo per esterni: pareti isolanti (termiche ed acustiche), pavimenti per interni ed esterni, componentistica tecnica, steccati, panchine - varie altre applicazioni come poggiatesta, casse acustiche, cornici, soprammobili. Dati i costi iniziali relativamente sostenuti per la realizzazione di uno stampo, si dimostra economicamente conveniente per prodotti per lo meno di media diffusione. La miscela riscaldata di legno e la plastica viene poi posta nello stampo, che è raffreddato da un circuito di acqua refrigerata.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Prodotti tramite stampaggio a caldo o estrusione. Le fibre di legno sono ricavate dagli sfridi delle lavorazioni dei pannelli derivati dal legno. Il materiale plastico è ottenuto riciclando e macinando recipienti e contenitori di vari tipi. I manufatti di Chenna non più utilizzati possono essere nuovamente immessi nel ciclo produttivo come materia prima: basta macinarli. L'amalgama finale del mantiene sia la lavorabilità dei materiali plastici che le caratteristiche meccaniche del legno, ponendosi a un livello nettamente superiore rispetto ad altri materiali di origine legnosa quali i truciolari, MDF e OSB.

Rimane lavorabile come il legno (piallatura, fresatura e foratura).

#### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

EMISSIONI FORMALDEIDE (EN 717-2/94)

Sotto la sensibilità del metodo.

## BACTERIA BLOCKER SILVERGUARD- BBS



### VENETA CUCINE

pannello laminato in fibra di legno e carta riciclati

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il trattamento antibatterico a base di ioni d'argento cui sono sottoposti i laminati delle superfici, hanno l'effetto di ridurre del 99,9% il proliferare dei batteri. Oggi, le tecnologie più avanzate consentono di produrre tale metallo prezioso sotto forma di nanoparticelle, che applicate alle superfici rilasciano ioni d'argento, provocando nei microbi la distruzione delle pareti cellulari, l'interruzione del metabolismo e l'inibizione della riproduzione. In altre parole, i batteri vengono dapprima resi inoffensivi e poi impossibilitati a proliferare, scomparendo definitivamente dalle superfici di contatto e dai piani di lavoro in laminato della cucina. Attenzione alla sostenibilità, utilizzando per gli elementi che compongono le cucine agglomerati di legno al 100% riciclato e in generale materiali che non creano squilibri ambientali.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il vantaggio è dato dal fatto che il potere igienizzante rimane inalterato nel tempo, in quanto l'argento, che non è un liquido ed è inglobato in forma di particelle nel processo di impregnazione dei materiali, non evapora. Inizialmente trattamento applicato alla linea Ecocompatta, ora applicata alla maggior parte dei modelli in catalogo.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

La produzione è effettuata tramite esclusive tecnologie in-house Dry-Forming (DF) ed Electron Beam Curing (EBC). Il processo produttivo consiste nel consistere nel impregnare le fibre di legno con resine e riscaldarle in condizioni di pressione elevata, creando così un materiale in fibre naturali definito Dry-Forming (DF). In una fase successiva, sopra a questo nucleo verrà applicato un foglio di carta colorato e il tutto sarà nuovamente pressato per creare il pannello finito.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Verniciatura ad acqua. Non noti i rischi legati alle tecnologie.



Fonte: [www.venetacucine.com](http://www.venetacucine.com)

## X LAM



DAMIANI HOLZ & co. (LignoAlp) e BinderHolz

Pannelli in legno massiccio a strati incrociati.

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Il legno è certificato PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) o FSC (Forest Stewardship Council).

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

I pannelli di legno massiccio a strati incrociati, è un sistema costruttivo che sta sempre più diffondendosi come una vera alternativa ai sistemi a telaio. Si tratta di un compensato multistrato composto, da tre, cinque o sette strati sovrapposti di lamelle di legno strutturale con spessore variabile tra i 18 e i 43 mm, unite testa contro testa con "giunti a dita". La direzione delle lamelle di uno strato è ortogonale a quella delle lamelle dello strato adiacente: questa disposizione incrociata conferisce al pannello un ottimo comportamento meccanico in tutte le direzioni, paragonabile ad una lastra. Il pannello multistrato ha uno spessore complessivo compreso tra i 60 ed i 350 mm ed è composto per il 99,4 % di legno (larice o abete) e solo dallo 0,6 % di collante.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

L'utilizzo è assai versatile e consente la realizzazione di pareti, solette, tetti per ogni tipo di edificio, dalle singole abitazioni sino alle grandi strutture, anche di una certa altezza e situate in zona sismica. Se uniti in direzione longitudinale possono arrivare ad una lunghezza di 24 metri. Le case basate sul sistema XLAM, permettono di realizzare edifici ad elevate prestazioni energetiche, finiti esternamente ad intonaco, indistinguibili dalle costruzioni in muratura tradizionali. Qualità di questi sistemi costruttivi/prodotto sono: notevole resistenza al fuoco REI 30-90, eccellenti doti antisismiche, alto isolamento termico, resistenza statica, isolamento acustico, tempi di costruzione ridotti e più economici.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Durante la fase di prefabbricazione, pannelli XLam vengono tagliati con precisione millimetrica nei due centri taglio di LignoAlp, attrezzati con moderne macchine a controllo numerico. Grazie a carpentieri altamente qualificati, si impegna a portare la qualità artigianale in una struttura industriale.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

La ditta realizza coperture ed edifici in legno su misura, di qualsiasi dimensione, contraddistinti dal marchio registrato LignoAlp, che affida la progettazione e la realizzazione delle costruzioni in legno esclusivamente a carpentieri specializzati. L'ufficio tecnico LignoAlp è composto da 25 collaboratori tecnici (ingegneri e carpentieri disegnatori).



Fonte: [www.zintek.it](http://www.zintek.it)

# ARBOFORM/ ARBOBLEND



POLITEC e Termoplastica vattellinese

biopolimero a base di lignina e cellulosa, che possono essere presenti all'interno del materiale in percentuali differenti, dando luogo a diverse varianti dello stesso.

## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il legno liquido, come i biopolimeri, proviene interamente da risorse rinnovabili: sia la sua composizione (lignina e cellulosa), che i leganti (cera) e gli eventuali additivi coloranti (zafferano, mirtillo) appartengono alla categoria di risorse altamente rinnovabili, sempre disponibili in natura. Ne esistono tre tipologie: Arboblend V2 che è costituito da lignina (99%) e da alcuni additivi naturali, appare liscio, compatto e bianco e si presta molto bene a sostituire i classici polimeri PE o PA; Arboform LV3 è costituito da una matrice di lignina (60%) arricchita con fibre di cellulosa (40%) e appare di colore marrone chiaro e di superficie leggermente ruvida, quindi adatto a produrre manufatti con sembianze più naturali; Arboform F40 è costituito da una percentuale di fibre di cellulosa superiore al 60%, appare di colore marrone scuro, con sfumature a macchie una volta stampato, di odore facilmente avvertibile, quindi tra le tipologie è quello che più assomiglia al legno.

## POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il materiale può assumere il carico equamente da qualsiasi direzione nello spazio rendendolo di versatile impiego: pavimentazioni, lastre, ringhiere, telai di finestre. Inoltre si possono realizzare tutti gli oggetti che siamo abituati a vedere di plastica, ma partendo da fonti rinnovabili al 100%. Il legno liquido può essere riciclato più volte una volta ridotto in pellet. Alcune problematiche che possono ostacolarne lo sviluppo sono: i tempi di produzione doppi e il costo elevato rispetto legno o plastica. Il costo rispetto gli altri biopolimeri e compositi rimane concorrenziale.

## TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Utilizza prevalentemente trasporti su rotaia. Le fasi del processo produttivo possono così essere elencate:

- Controllo qualitativo del legno in entrata
- Ecotecnologia: verifica qualitativa, processo di selezione e pulitura del materiale ligneo da gli altri materiali che vengono avviati ad altre aziende specifiche di riciclaggio, mentre il rimanente legno di scarto viene bruciato per generare energia elettrica e termica che viene riutilizzata all'interno del ciclo produttivo. Il risultato è un materiale puro, perfettamente idoneo ad essere lavorato per diventare pannello.
- Pannello Ecologico: i prodotti in Pannello Ecologico possono essere a loro volta riciclati, completando il circolo virtuoso del riciclaggio-riuso. Il legno proviene da pallets, trucioli, mobili vecchi, potatura di alberi, imballaggi in genere di legno, residui di lavorazione, cassette da frutta.

## TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

12 aziende, 17 stabilimenti in Italia, Belgio e Argentina sinergicamente collegate una all'altra. 1700 dipendenti. Azienda leader nel settore del legno e della chimica a livello nazionale e internazionale. Il Gruppo si è dotato di un regolamento interno per le verifiche ed i controlli in produzione finalizzati a garantire la completa catena di custodia e la tracciabilità del lotto di produzione.

## NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Il legno in entrata subisce rigorosi controlli di carattere qualitativo, distinto a seconda che la provenienza sia estera o nazionale. Questo per garantire forniture dai requisiti chimico-fisici inquadrati nel rispetto dei più elevati standard di sicurezza. Le emissioni sono regolate da filtri elettrostatici a umido al vertice delle dimensioni usate nel settore. Il livello di efficienza di filtraggio polveri e sostanze organiche è altissimo. Le aziende del Gruppo hanno disposto inoltre un piano di controllo analitico che prevede monitoraggio in continuo a disposizione delle autorità preposte. Tutte le prove chimiche fino ad ora effettuate sul Pannello Ecologico hanno dato valori ampiamente al di sotto i minimi ammessi. Per quel che riguarda la formaldeide, tutti i pannelli rientrano ampiamente nella classe E1. Il Pannello Ecologico LEB, in particolare, è il pannello a più bassa emissione di formaldeide al mondo.

## LEB / IDROLEB



Gruppo M. SAVIOLA

pannello truciolare ecologico realizzato al 100% con legno post-consumo.

## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il Pannello Ecologico è realizzato al 100% con legno riciclato ed è in grado di coniugare la valenza ambientale con la qualità del manufatto finito. Mantiene la solidità, la compattezza, l'indefornabilità e la resistenza nel tempo dei prodotti similari realizzati con legno vergine. Completato dal pannello esterno decorativo.

## POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Grazie a 1,5 milioni di tonnellate di legno post-consumo lavorato ogni anno le aziende del Gruppo Saviola riescono a risparmiare dall'abbattimento 10.000 alberi ogni giorno. Inoltre, la raccolta riduce i volumi destinati alla discarica e determina un minor impatto ambientale. Il Pannello Ecologico è utilizzato per realizzare: mobili, rivestimenti, allestimenti ignifughi, pareti, arredamenti di locali pubblici (scuole, uffici, ospedali, biblioteche, comunità).

## CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Certificazione FSC "100 % Recycled". Certiquality 100% legno post-consumo. Emissioni di formaldeide secondo la normativa CARB statunitense.

## TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Utilizza prevalentemente trasporti su rotaia. Le fasi del processo produttivo possono così essere elencate:

- Controllo qualitativo del legno in entrata
- Ecotecnologia: verifica qualitativa, processo di selezione e pulitura del materiale ligneo da gli altri materiali che vengono avviati ad altre aziende specifiche di riciclaggio, mentre il rimanente legno di scarto viene bruciato per generare energia elettrica e termica che viene riutilizzata all'interno del ciclo produttivo. Il risultato è un materiale puro, perfettamente idoneo ad essere lavorato per diventare pannello.
- Pannello Ecologico: i prodotti in Pannello Ecologico possono essere a loro volta riciclati, completando il circolo virtuoso del riciclaggio-riuso. Il legno proviene da Pallets, Truciol, Mobili vecchi, Potatura di alberi, Imballaggi in genere di legno, Residui di lavorazione, Casette da frutta.

## TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

12 aziende, 17 stabilimenti in Italia, Belgio e Argentina sinergicamente collegate una all'altra. 1700 dipendenti. Azienda leader nel settore del legno e della chimica a livello nazionale e internazionale. Il Gruppo si è dotato di un regolamento interno per le verifiche ed i controlli in produzione finalizzati a garantire la completa catena di custodia e la tracciabilità del lotto di produzione.

## NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Il legno in entrata subisce rigorosi controlli di carattere qualitativo, distinto a seconda che la provenienza sia estera o nazionale. Questo per garantire fornire dai requisiti chimico-fisici inquadrati nel rispetto dei più elevati standard di sicurezza. Le emissioni sono regolate da filtri elettrostatici a umido al vertice delle dimensioni usate nel settore. Il livello di efficienza di filtraggio polveri e sostanze organiche è altissimo. Le aziende del Gruppo hanno disposto inoltre un piano di controllo analitico che prevede monitoraggio in continuo a disposizione delle autorità preposte. Tutte le prove chimiche fino ad ora effettuate sul Pannello Ecologico hanno dato valori ampiamente al di sotto i minimi ammessi. Per quel che riguarda la formaldeide, tutti i pannelli rientrano ampiamente nella classe E1. Il Pannello Ecologico LEB, in particolare, è il pannello a più bassa emissione di formaldeide al mondo.

# LATERIZI E MANUFATTI CEMENTIZI

## COMPOSITI

### COTTOSTONE



SANNINI Impruneta e STONE Italiana  
materiale ricomposto a base prevalente  
di cotto.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Frantumazione di elementi d'argilla cotta di prima qualità 90-92% con sabbia quarzifera, coloranti organici e resina poliestere strutturale del 9%. Le lastre possono essere fornite in gran quantità con caratteristiche controllate e certificate: costanza di peso, di spessori, della compattezza, dell'uniformità del disegno e tonalità (caratteristiche impossibili da ottenere in gran quantità per i laterizi di provenienza naturale). Testimoniano una metamorfosi della materia di origine con alti valori di resistenza all'assorbimento, all'abrasione, mantenendone tonalità e grana del tradizionale del cotto imprunentino.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Tra le potenzialità allo sviluppo annoveriamo: le qualità fisiche e prestazionali, meccaniche e di resistenza superiori al prodotto naturale di partenza; programmabilità della produzione in grandi quantità a grandi, medi e piccoli formati e differenti spessori; disponibilità di lavorazione su morfologie diversificate con tagli ad elevata precisione; il ciclo di produzione a lastra singola supera la difficoltà e l'onerosità della segaggione da blocco caratteristica dei lapidei. Tra le problematiche che possono ostacolare la diffusione del prodotto annoveriamo: la bassa sostenibilità dovuta all'utilizzo delle resine e il non prevedere nell'impasto frammenti di cotto riciclati; la percezione ottica del prodotto che per precisione e finitura si allontana dalle qualità estetiche dello storico materiale imprunentino.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'impasto viene prima mescolato ed omogeneizzato e poi dosato tra due spessori di celluosa su un nastro trasportatore che avvia il prodotto non ancora solido alla pressatura di lastre. L'indurimento si effettua nella camera di catalisi (blocco meccanico a torre con una serie di piani riscaldati ad alta temperatura (80° C), capaci di solidificare il prodotto pressato in circa 30 min. Infine le lastre subiscono opera di finitura: spianate, calibrate, tagliate bisellate, lucidate, in funzione delle specifiche. Tot. tempo di produzione di una lastra = 1ora e mezza.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Uso di poliesteri.



Expo Shangai 2010 Padiglione Urban Best Practices

## BIOMATTONI



### EQUILIBRIUM

blocchi pieni in Natural Beton, composto di canapa e calce.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Equilibrium è una start-up innovativa 'for-benefit', nata nel 2011 con l'obiettivo di ripristinare la filiera della canapa in Italia e ridare opportunità di sviluppo al Belpaese. L'azienda opera nel settore dei materiali da costruzione naturali e delle soluzioni per l'efficienza energetica e ha il triplice obiettivo di massimizzare il ritorno sull'investimento dal punto di vista economico, ambientale e sociale, rigenerando così natura, società ed economia.

Produce in Italia da settembre 2011, dopo aver convertito un impianto industriale per la manifattura di blocchi in calcestruzzo che non era più in attività a causa della totale maturità del prodotto, dell'elevata concorrenza e della crisi nel settore delle costruzioni.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il Natural Beton, componente del biomattone, è un materiale ottenuto combinando il truciolo vegetale di canapa con un legante a base di calce idrata e additivi naturali, che stabilizza la componente vegetale proteggendola dalla possibilità di decomporsi, di incendiarsi o di essere aggredita da insetti o roditori. Il truciolo di canapa è caratterizzato da microscopici alveoli colmi di aria di dimensioni nanometriche, che permettono il susseguirsi di continui processi di micro-condensazione ed evaporazione, fornendo così al prodotto un elevato isolamento termo-acustico e igrometrico. Ulteriori caratteristiche sono: una buona inerzia termica, la capacità di accumulare calore e di rilasciarlo lentamente, la riciclabilità e biodegradabilità a fine del ciclo di vita, la capacità di traspirazione che evita la formazione umidità interstiziali, l'assenza di fumi tossici in caso di incendio e il basso consumo di energia durante la fabbricazione.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Risparmio energetico ed un elevato confort abitativo per gli occupanti.

Possibili applicazioni :

- Costruzione ex novo di muratura isolante
- Isolamento esterno 'a cappotto' di edifici esistenti
- Isolamento interno di edifici esistenti
- Isolamento sottopavimento
- Vespaio areato
- Partizioni interne ad isolamento acustico

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

La produzione del Biomattone, viene effettuata con un procedimento 'a freddo' molto specifico, riducendo significativamente il consumo di energia.

Il materiale si ottiene combinando meccanicamente a temperatura ambiente il truciolo vegetale di canapa con un legante a base di calce.

Il truciolo vegetale si ottiene attraverso un processo di separazione meccanica a rulli durante il quale lo stelo di canapa viene diviso nelle sue due componenti principali, la parte legnosa e quella fibrosa.

La calce si ottiene tramite cottura di pietra calcarea a temperature molto più basse rispetto a quelle del cemento.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Assenza di fumi tossici in caso di incendio.



Biomattone - Equilibrium

## AURANOX



gruppo MONIER (WIERER)

Tegola minerale con proprietà fotocatalitiche

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Garanzia 30 anni. Marchio CE.  
Certificazione EPD. Norma UNI EN 490/491.  
ISO 14001. Partner CasaClima.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

I nanomateriali non presentano rischi noti per la salute o per l'ambiente. Il Gruppo Monier provvede alla creazione di un ambiente lavorativo salubre e sicuro per i propri dipendenti nel più rigido rispetto delle normative vigenti. Gli obiettivi di salute e sicurezza sono integrati all'interno dei sistemi di gestione aziendali. Il management è diretto responsabile per la prevenzione degli infortuni e delle malattie legate all'ambiente lavorativo.



### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il materiale di base è un impasto cementizio composto dal 70% di sabbia naturale estratta da cava, cemento, acqua e ossidi di ferro per la colorazione. L'impiego di materiali inerti rende la tegola minerale un prodotto riciclabile al 100%. L'aggiunta di un agente catalizzatore, il biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), nel microcalcestruzzo superficiale permette di ottenere un effetto anti-smog simile a quello che in natura avviene con la fotosintesi clorofilliana. La superficie fotocatalitica non altera le caratteristiche meccaniche e funzionali della tegola né le sue proprietà. L'attività fotocatalitica non si esaurisce nel tempo, poiché il biossido di titanio non partecipa alla reazione, ma agisce come fotocatalizzatore.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Miglior impatto ambientale grazie all'effetto fotocatalitico che riduce la concentrazione di ossidi di azoto presenti in atmosfera. Da analisi condotte da laboratori indipendenti (CNR Ferrara) sulle superfici fotocatalitiche risulta che è possibile realizzare un abbattimento degli NOx da 300 ppb a 100 ppb in 40 minuti. I migliori risultati indicano che 1 m<sup>2</sup> di superficie fotocatalitica è in grado di abbattere gli inquinanti presenti in un volume di circa 200 m<sup>3</sup> di aria al giorno. Studi effettuati presso il Fraunhofer-Gesellschaft in Germania hanno evidenziato che la tegola, se sottoposta ad una radiazione luminosa di adeguata intensità, è in grado di abbattere del 90% la concentrazione di ossidi di azoto. Inoltre l'attività fotocatalitica del TiO<sub>2</sub> continua per tutto il tempo di vita della tegola.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Produzione "a freddo": non richiede processi di cottura in quanto l'impasto del calcestruzzo fa presa a temperatura ambiente. Le tegole stazionano in celle di essiccazione ove ha luogo la naturale maturazione. Prodotto riciclabile al 100% all'interno dello stesso ciclo produttivo: è reimpiegabile come inerte nell'impasto del calcestruzzo. Alla fine del ciclo di vita le tegole minerali vengono triturate e utilizzate come sottofondi stradali o opere di sottofondazione. Inoltre le acque di lavaggio degli impianti vengono recuperate e riutilizzate nell'impasto del calcestruzzo. La tegola richiede l'impiego di particolari materie prime, differenti da quelle utilizzate per quelle normali, alle quali viene aggiunto il biossido di Titanio. La trasformazione del processo produttivo è quindi significativa e ha richiesto notevoli investimenti.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Wierer è parte del Gruppo Monier, leader mondiale nel settore delle coperture a falda presente in 40 paesi con 130 stabilimenti. In Italia Monier è presente su tutto il territorio nazionale con 20 unità operative. Trattandosi di una tecnologia particolarmente innovativa e di una formulazione del tutto nuova, sono stati individuati, validati e approvati nuovi fornitori e messe a punto nuove metodologie di test.

Foto: Monier Spa

## NATURALI - RICICLATI

### SAND MATRIX



#### Officina dell'Ambiente

0-2 mm, della linea Matrix, materia prima seconda derivante dal trattamento delle scorie da incenerimento. Limita il ricorso alle sabbie naturali nella produzione dei laterizi.

#### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Marcatura CE secondo la UNI EN 12620. Socio GBC Italia. Certificazione ISO 14001 nel 2005. Certificazione Emas nel 2006.

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Sand Matrix è una materia prima secondaria utilizzata per la produzione del cemento, di manufatti in calcestruzzo, di laterizi e come aggregato per la produzione di conglomerati bituminosi.

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Utilizzabile nella produzione dei laterizi come smagrante dell'argilla, nella produzione del conglomerato bituminoso come aggregato fine e nella produzione di manufatti in calcestruzzo. Limita le opere di escavazione per l'approvvigionamento di materie naturali ed evita lo smaltimento di rifiuti speciali in discarica. Bisogna comunque sottolineare che è un materiale che rimane legato alla quantità dell'incenerimento dei rifiuti solidi urbani e alla produzione di cemento.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Ottenuto da un trattamento specifico di rifiuti non pericolosi di matrice inorganica, costituiti da ceneri pesanti provenienti da processi di termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani. I rifiuti, dopo trattamenti di frammentazione e comminazione, vagliatura, deferrizzazione e demetallizzazione assumono l'aspetto di una sabbia.

## GEOLOGICA

### EXTREME BLACK WAVE



#### GRANITI FIANDRE

Gres porcellanato per pavimenti e rivestimenti con un minimo di 40% e massimo del 96% materiale riciclato. **Extreme Black wave.** -Prodotti caratterizzati da migliori prestazioni meccaniche. Contenuto di riciclato minimo del 96 %.

#### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Certificazioni LEED per contenuto di riciclato - UNI EN ISO 9001/2000. UNI EN ISO 14001. EMAS (secondo la 761/2001) Requisiti previsti dalla EN ISO 13006. Certificazione ANAB ICEA "prodotti per la Bioedilizia"

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Gres porcellanato a tutta massa alternativo ai marmi e alle pietre di cava. Rielabora la natura con gradevoli venature, superfici studiate per garantire ottime performance sia nel residenziale che nella grande distribuzione. Mantiene o supera le caratteristiche meccaniche del materiale che andrebbe a sostituire (granito, marmo, lapidei).

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Piastrelle in pietra per pavimenti e rivestimenti sia esterni che interni. Possibili potenzialità nei grandi centri urbani dove la tematica dell'inquinamento è più sentita. L'applicazione sulle coperture risulta più efficace rispetto alle pavimentazioni stradali in quanto soggette al calpestio e al passaggio dei veicoli.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Voce di capitolato: Il materiale deve essere prodotto con argille nobili sintetizzate a 1250°C, costituito da impasto unico, compatto, ingelivo, inassorbente e resistente agli attacchi chimici e fisici. Il materiale deve essere privo di additivi di protezione estranei sulla superficie.

#### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

La certificazione ANAB attesta che i prodotti e i loro componenti non sono pericolosi per la salute umana e che presentano un indice di radioattività inferiore al valore di controllo.

# LAPIDEI

## COMPOSITI

### STONE VENEER



RICHTER Furniertechnik GER e Italia  
sottili fogli di pietra su supporto per  
rivestimenti.

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Laminato in pietra naturale, è il primo sasso lavorabile con attrezzi da falegname. Resina di poliestere e fibra di vetro tengono unita la lastra sul retro, formando, con sottilissimi strati di pietra, un piallaccio in pietra naturale. Lato posteriore disponibile in: tessuto in poliestere, da applicare su supporti non porosi (acciaio, vetro, ferro etc) da incollare con adesivi poliuretatici; tessuto in acrilico, per tutte le applicazioni su supporti porosi (legno) da incollare con colle viniliche. Il supporto può essere anche rigido come MDF o compensato.

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il trattamento facile ed ecologico di superfici con Stone Veneer Protection Matt o Supermatt e Protection LE3, lo rendono applicabile anche vicino all'acqua. Può essere usato nel mondo dell'architettura e del design in infinite applicazioni e forme, in verticale e in orizzontale, in quasi tutti i settori: industria del mobile, progettazione d'interni, arredamento e allestimento fiere, arredamento per hotel, bar, ristoranti, negozi e nel settore nautico. Tra i possibili aspetti negativi annoveriamo: uso pietra naturale estratta da cava anche se in quantità molto inferiori, fragilità, alti costi di produzione.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Un complesso processo di manifattura ha ora permesso la scissione di strati millimetrici da Ardesia. Una speciale resina poliestere con fibre di vetro lega questi due fini strati insieme. Il prodotto può poi essere sezionato con seghe circolari standard. Il processo di smistamento prende poco tempo. Per maggiori produzioni è raccomandato usare strumenti diamantati. La velocità della comune macchina per tagliare usata nell'industria del legno non può essere ecceduta. Attrezzi spuntati, numero di giri troppo alti o velocità troppo lenta potrà generare frizione/Calore con il risultato di plastificare lo strato di poliestere.

## NANOMATERIALI

### NANO STONE



RICHTER Furniertechnik GER e Italia  
sottilissimi fogli di pietra su supporto tessile.

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Vera superficie in pietra realizzata in roccia scistosa e rafforzata sul retro con appositi ed eco-compatibili materiali di supporto: cuoio rigenerato, carta velo speciale. Risulta essere molto leggero, grazie alla microforatura (90g/m<sup>2</sup>). Si può piegare con angolature a raggi ridotti, sia in senso orizzontale che in verticale.

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Caratteristiche di leggerezza, flessibilità, fonoassorbenza, assenza di leganti chimici.

Le fibre in pelle riciclata sulla parte posteriore e lo spessore totale di soli 0,9 mm rendono NanoStone particolarmente facile da lavorare, proprio come la pelle naturale. Deformata tridimensionalmente tramite imbutitura e piegatura, è particolarmente adatta per le superfici dei mobili e l'allestimento di interni. Grazie al ottimo potere fonoassorbente è adatta come rivestimento acustico.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Un complesso processo di manifattura ha ora permesso la scissione di strati millimetrici da Ardesia. Una speciale resina poliestere con fibre di vetro lega questi due fini strati insieme. Il prodotto può poi essere sezionato con seghe circolari standard. Il processo di smistamento prende poco tempo. Per maggiori produzioni è raccomandato usare strumenti diamantati. La velocità della comune macchina per tagliare usata nell'industria del legno non può essere ecceduta. Attrezzi spuntati, numero di giri troppo alti o velocità troppo lenta potrà generare frizione/Calore con il risultato di plastificare lo strato di poliestere.

## SECOND LIFE



### SANTA MARGHERITA

Agglomerati quarzo-resina con 90% materiale di riciclo.



## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Agglomerato costituito al 89 % da materiale riciclato (feldspato) legato con resina poliestere arricchita da pigmenti colorati. Differente dagli altri materiali Santamargherita che invece contengono alte percentuali di materiali naturali come quarzo e marmo.

## POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Le lastre possono essere utilizzate per arredamento d'interni, in particolare per pavimenti e piani cucina. Nell'ottica dello sviluppo sostenibile risulta positivo l'utilizzo di materiali di scarto prodotti dalle industrie di marmi e pietre naturali. Bisogna però indicare la delicatezza del materiale dovuta alla bassa resistenza al calore e agli attacchi acidi.

## CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Crediti LEED: MR 2.1, 2.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2., EA 1, IEQ 3.1 e 4.3, ID da 1.1 a 1.4. Certificazione su contenuto di Riciclato (89% di feldspato). Socio GBC Italia. Certificazione NSF e Greenguard.

## TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Ridotti al minimo i residui di lavorazione, per proteggere lavoratori e ambiente. Le polveri prodotte dal taglio di lastre e blocchi sono in parte abbattute durante la lavorazione, in parte aspirate e filtrate per non disperdersi né all'interno né all'esterno dello stabilimento. Le acque impiegate nel processo produttivo vengono trattate con i più moderni depuratori, e sono totalmente riutilizzate.

Gli scarti di lavorazione, composti per il 98% da carbonato di calcio, possono venire utilizzati da altre aziende come carbonato di calcio e come elementi per la vulcanizzazione dei pneumatici. I residui solidi (frammenti di lastre, rifilature) vengono frantumati, e trovano un ottimo impiego sotto forma di graniglie per sottofondi stradali, terrapieni ferroviari, fondamenta di edifici; rientrano anch'essi tra i materiali richiesti per il ripristino ambientale di cave dismesse. impegnata anche nella ricerca di impieghi alternativi per i residui umidi da lavorazione: i fanghi possono essere utilizzati dall'industria del cemento; si è inoltre a conoscenza della possibilità di utilizzare questi materiali come sottofondo e riempitivo per ricomposizioni ambientali di cave in abbandono, da cui successivamente si possano ricavare aree verdi ad uso pubblico.

## NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Certificazione Greenguard: i prodotti sono basso emissivi. Per garantire che le emissioni continuino ad essere minime, i prodotti sono ritestati ogni anno, mentre i componenti critici di questi prodotti sono sottoposti a test ogni quattro mesi. Riguardo alla politica di sicurezza, l'azienda s'impegna affinché:

- la progettazione delle macchine, impianti ed attrezzature, i luoghi di lavoro, i metodi operativi e gli aspetti organizzativi siano realizzati in modo da salvaguardare la salute dei lavoratori, i beni aziendali, i terzi e la comunità in cui l'azienda opera;
- l'informazione sui rischi aziendali sia diffusa a tutti i lavoratori;
- si faccia fronte con rapidità, efficacia e diligenza a necessità emergenti;
- si siano promosse la cooperazione fra le varie risorse aziendali, la collaborazione con organizzazioni sindacali ed imprenditoriali, con enti esterni preposti e con fornitori di beni e servizi;
- siano rispettate tutte le leggi e i regolamenti vigenti;
- siano gestite le proprie attività con l'obiettivo di prevenire incidenti, infortuni e comportamenti pericolosi;

## ECOTECH



Floor Gres

Gres fine porcellanato frutto di una ricerca volta al riciclaggio dei materiali di risulta ottenuti con processi di lavorazione della materia ceramica. Il prodotto è disponibile nella doppia superficie naturale e strutturata per applicazioni esterne e antiscivolo.

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

- I prodotti della linea Ecotech hanno ottenuto la certificazione di contenuto riciclato emessa da Bureau Veritas.
- I colori della linea di lastre Ecotech sono certificati Ecolabel. I criteri sono sottoposti periodicamente a revisione e resi più restrittivi, in modo da favorire il miglioramento continuo della qualità ambientale, utilizzando tra i criteri proprio il metodo LCA.
- I prodotti della linea Ecotech hanno ottenuto la certificazione LEED, una tra le più diffuse nel mercato edilizio americano e adottata anche in numerose altre realtà internazionali, valuta e attesta la sostenibilità di un edificio nel suo complesso, dalla fase di progettazione fino alla sua gestione quotidiana.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Ecotech è un prodotto realizzato a livello industriale, che riutilizza polveri, impasti e residui che provengono dalla lavorazione di altri prodotti derivanti da scaglie e i grani aggregati, per creare un nuovo materiale composito. Lastra ceramica realizzata utilizzando in una percentuale pari al 70% del totale, materiali di risulta accuratamente riprocessati. E' disponibile in vari formati con due finiture di superficie, naturale e strutturata. L'utilizzo delle due superfici permette di ottenere effetti di continuità tra interno e esterno

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

I materiali che dovrebbero essere smaltiti, costituiscono la base dell'impasto speciale del prodotto ripartito in questo modo:

- 25% Sottoprodotti cotti: inerti costituiti principalmente da vetree in subordine da quarzo e mullite.
- 20% Sottoprodotti crudi/Polveri: le polveri sono generate nella fase di miscelazione e pressatura, mentre i sottoprodotti crudi nelle fasi di pressatura, essiccazione e smaltatura. Tali materiali sono costituiti principalmente da impasto crudo ottenuto dalla macinazione di argille, fedelspati e sabbie.
- 20% Acque industriali: si intende l'acqua derivante dal processo di chiarificazione chimica delle acque di lavaggio dei reparti di macinazione degli smalti. Il processo di chiarificazione consente di ottenere una qualità di acqua che permetta il suo riutilizzo nel processo produttivo.
- 5% Fanghi: i fanghi sono originati dal lavaggio con acqua industriale dei reparti produttivi di macinazione impasti e smalti; contengono polveri in sospensione e residui di applicazioni.

La reimmissione dei sottoposti avviene attraverso il processo produttivo senza pregiudicarne l'efficienza e senza appesantire il bilancio energetico dello stabilimento. La nuova formulazione, necessaria per il riutilizzo di questi materiali, richiede un controllo del processo produttivo sofisticato e puntuale, tale da rendere omogenea e costante nel tempo la materia utilizzata.



Foto: [www.floorgres.it](http://www.floorgres.it)

## COMPOSITI

### I.LIGHT



#### ITALCEMENTI

Pannello prefabbricato di cemento trasparente, composito mat. cementizio-resina.

#### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Aderisce al WBCSB, UNGC (global Compact delle Nazioni Unite). Carbon Footprint, validazione raccolta dati secondo la ISO 14064-1. Certificazione ISO 14001.

Presentato Rapporto di sostenibilità 2011.

#### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Prodotto gestito anche dai prefabbricatori partner, per cui il prezzo finito dipende dal loro processo produttivo, dalle loro politiche commerciali oltre che dalle materie prime.

#### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Pannelli in grado di fare filtrare la luce ma allo stesso tempo solidi e isolanti. Costituenti principali: cemento Type I 52.5 R, Sabbia/ghiaia silico-calcareo, fibre di acciaio inossidabile, fibre di polipropilene, mix di additivi. Rispetto ai prodotti contenenti fibra ottica già presenti sul mercato oltreconfine, permette il passaggio di un cono di luce maggiore, è più tenace ed è più economico.

#### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Tra le potenzialità allo sviluppo annoveriamo: la sua qualità estetica, la facilità di messa in opera, il miglior uso della luce naturale (diminuzione consumi). Tra gli ostacoli allo sviluppo v'è la non totale sostenibilità delle materie di cui è composto (cemento e resina) e l'esistenza di prodotti con qualità estetiche similari anche se di differente resistenza. Infine la sua riciclabilità è diminuita dalla necessaria separazione dei materiali di cui è composto.

#### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Italcementi è un gruppo che conta 19.896 dipendenti nel 2011, in 20 paesi del mondo. Parte di FEDERCOSTRUZIONI - FEDERBETON - AITEC. In Italia consta di 17 cementerie, 232 impianti di calcestruzzo, 7 centri di macinazione, 52 cave di inerti e 1 impianto di produzione additivi.

N° dipendenti nel mondo nel 2011 19.896 (21494 nel 2009); in Italia sono passati da 3.715 nel 2009 a 3439 del 2011. In seguito alle nuove politiche di fusione e acquisizioni, sarà emanata nel 2012 la nuova politica di protezione rispetto e attenzione agli individui. Attività di formazione.

#### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Standard per la sicurezza Operativaltalcementi implementa un sistema di reportistica interna per veicoli e conducenti, in base alle Buone Pratiche per la sicurezza alla Guida dettate dal CSI. Attività di formazione sulla sicurezza. Pubblicazione del LTI Indice di frequenza degli infortuni con assenza da lavoro (2011; cemento 5 - Inerti 8,4 - Cls 7 - Gruppo 6,1) e il TRIR indice totale di infortuni registrabili (2011; cemento 9,7 - Inerti 21,2 - Cls 14,3 - Gruppo 11,3). Morti (2011; dipendenti temporanei 4 - Imprese 3 - terze parti 2). Al bando qualsiasi tipo di amianto. Fa parte del gruppo Cromino, il marchio a garanzia del cemento a contenuto controllato di cromo VI.



Foto: i.Light - Italcementi

## FIBREO



HOLCIM Italia Spa

Calcestruzzo strutturale con fibre in polipropilene o acciaio

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Presentato Rapporto di sostenibilità 2011. Socio GBC italia.

## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

L'impiego di fibre in un sistema cementizio migliora la risposta del materiale alla propagazione delle fessure indotta dall'insorgere delle tensioni di trazione. Le fibre possono essere :

- fibre di polipropilene, utili a contrastare il ritiro plastico superficiale riducendo così il rischio di fessurazioni delle strutture.
- fibre di acciaio che incrementano sensibilmente la resistenza a flessione e agli urti del materiale, contrastando inoltre il ritiro igrometrico. Test di laboratorio su dosaggi e dimensioni delle fibre hanno determinato la miscelazione appropriata, in relazione ai volumi del getto da eseguire e alle prestazioni richieste dall'opera.

## POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Indicato per la realizzazione di strutture in cui è necessario ridurre gli effetti del ritiro e dove sia richiesta durabilità e resistenza a forti sollecitazioni e usura. In specifiche situazioni fa evitare l'utilizzo di reti elettrosaldate e/o armature secondarie. Esempi d'applicazione sono: pavimentazioni, strutture idrauliche soggette ad erosione, cls a spruzzo, pile di ponti fluviali in alveo, murature in assenza di armature che richiedono elevate proprietà meccanica e resistenza al fuoco.

Riguardo le possibili problematiche del materiale v'è la suscettibilità ad attacchi corrosivi di fibre ad alto contenuto di carbonio. Un ulteriore ostacolo allo sviluppo è l'orientamento dell'industria della prefabbricazione verso i calcestruzzi autocompattanti per i migliori comportamenti testati.

## TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Struttura produttiva

La struttura produttiva di Holcim (Italia) attualmente si compone di:

- 3 unità produttive cemento, di cui 2 a ciclo completo (con forno), a Merone (CO) e Ternate (VA), 1 centro logistico a Morano Po (AL) e 1 stazione di macinazione a Ravenna (RA);
- 8 cave di estrazione di aggregati (sabbia e ghiaia), nelle provincie di Alessandria Milano, Bergamo e Varese;
- 28 impianti per il confezionamento di calcestruzzo nelle provincie di Alessandria, Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Milano, Pavia, Torino e Varese;
- 6 terminali di importazione cemento nel Centro-Nord Italia, tramite una joint-venture di cui detiene il 60%.

## TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Struttura societaria

Tutte le attività di Holcim (Italia) fanno capo a Holcim Gruppo (Italia) S.p.A., holding capogruppo che esercita funzioni di indirizzo e coordinamento delle società controllate (in cui detiene la totalità o la maggioranza delle azioni o quote sociali) e di gestione delle partecipazioni nelle collegate (con quote inferiori al 50%). Ad Holcim Gruppo (Italia) S.p.A. riportano Rolcim S.p.A. (controllata al 60%), Micron Mineral S.p.A. (controllata al 100%) e Holcim (Italia) S.p.A. (100%), che a sua volta controlla al 100% Holcim Aggregati Calcestruzzi S.r.l., Eurofuels S.p.A., Fusine Energia S.r.l. e Fonte Curella S.r.l.

## TX ACTIVE



### ITALCEMENTI

Legante fotoattivo. Gamma proposta TX Aria (cemento specifico con cui confezionare pitture, malte e rasanti,intonaci,calcestruzzi. Trova applicazione in strutture orizzontali, in strutture verticali e in galleria, per migliorare l'aria e per aumentare la sicurezza.) e TX Arca. (per la realizzazione di opere architettoniche di pregio,manufatti in calcestruzzo, prefabbricati o gettati in opera)

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Deposizione di nove brevetti sulla fotocatalisi. Tra i soci fondatori del GBC Italia. Crediti LEED per IP. Presentato Rapporto di sostenibilità 2011.

## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Tx Active: azione catalitica generata dal biossido di Titanio nella forma anatasio e cemento, prodotto ecocompatibile certificato per malte, pitture, intonaci e pavimentazioni. Presente nelle specifiche di: TX Aria (inquinamento) abbattimento del 30% della tossicità dell'aria; TX Arca (estetica) ridurre l'effetto negativo dello sporco rappresentato da comuni particelle di polvere.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Grandi potenzialità per la sua funzione di abbattimento degli inquinanti (nox). Esempi d'utilizzo: per manti stradali (es. Bergamo, v. Borgo Palazzo) per gallerie con il sistema di vernice più lampade UV (es. Roma galleria Umberto I), per cementi autopulenti (es. Chiesa Dives in Misericordia, Roma, arch. Meier) e per tegole cementizie. Mantiene nel tempo la sua efficienza, ma soprattutto per le pavimentazioni è necessaria la pulizia.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Prodotto gestito anche dai prefabbricatori partner, per cui il prezzo finito dipende dal loro processo produttivo, dalle loro politiche commerciali oltre che dalle materie prime.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Italcementi è un gruppo che conta 19.896 dipendenti nel 2011, in 20 paesi del mondo. Parte di FEDERCOSTRUZIONI - FEDERBETON - AITEC. In Italia consta di 17 cementerie, 232 impianti di calcestruzzo, 7 centri di macinazione, 52 cave di inerti e 1 impianto di produzione additivi. N° dipendenti nel mondo nel 2011 19.896 (21494 nel 2009); in Italia sono passati da 3.715 nel 2009 a 3439 del 2011. In seguito alle nuove politiche di fusione e acquisizioni. Attività di formazione.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Standard per la sicurezza Operativaitalcementi implementa un sistema di reportistica interna per veicoli e conducenti, in base alle Buone Pratiche per la sicurezza alla Guida dettate dal CSI. Attività di formazione sulla sicurezza. Pubblicazione del LTI Indice di frequenza degli infortuni con assenza da lavoro (2011; cemento 5 - Inerti 8,4 - Cls 7 - Gruppo 6,1 ) e il TRIR indice totale di infortuni registrabili (2011; cemento 9,7 - Inerti 21,2 - Cls 14,3 - Gruppo 11,3). Morti (2011 ; dipendenti temporanei 4 - Imprese 3 - terze parti 2). Al bando qualsiasi tipo di amianto. Fa parte del gruppo Cromino, il marchio a garanzia del cemento a contenuto controllato di cromo VI.



Foto: TX Active - Italcementi

## CHRONOS®



MAPEI Spa

Additivi per cls, superfluidificanti Chronos® (Chemically Reactive Nanostructural Superplasticizers)

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Marchio CE, norma EN 934-2. ISO, OHSAS 18001, 9001:2008, l'EMAS III. Socio GBC. Dichiarazione ambientale 2010.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Il primo esempio di "Smart Superplasticizers", nuova generazione di polimeri sensibili che, una volta aggiunti al calcestruzzo, modificano la loro struttura chimica nel tempo in funzione delle condizioni ambientali in cui si trovano per svolgere la funzione richiesta. Con l'additivo Chronos dosato all'1,2%, è stato possibile confezionare calcestruzzo in condizioni critiche (27-29°C) e mantenere uno slamp di 230 mm per 3 ore, senza alcun ritardo nello sviluppo delle resistenze meccaniche dopo 24 ore. Permette di non utilizzare macchine vibranti per la messa in opera.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Riducono la quantità d'acqua da aggiungere alla miscela pur garantendo una buona lavorabilità nel tempo e in condizioni critiche (alte temperature). Inoltre si garantiscono buone proprietà meccaniche raggiunte in tempi brevi. Si segnala inoltre il possibile sviluppo dello stesso in nuove applicazioni per settori non convenzionali come: il trattamento dei rifiuti o la bonifica di terreni contaminati trasformati in materiale inerte dall'aggiunta dell'additivo.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'additivo superfluidificante permette il getto del cls, anche se fortemente armato, senza l'uso di macchine vibranti. Si hanno maggior tempo per la lavorabilità e quindi diminuiscono gli sprechi di materiale. Diminuisce la forza lavoro umana, ovvero necessitano meno addetti per la messa in opera.

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Non contiene formaldeide, sostanza cancerogena contenuta invece nelle altre tipologie di additivi superfluidificanti, come quelli a base mellamminica o il naftalensolfato.

## BETON PIÙ



GRAS CALCE

Calcestruzzo Strutturale Ecosostenibile (Rck 25N/mm<sup>2</sup>)  
Prodotto composto da cemento e aggregati silicei.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Cementi a basso contenuto di clinker, prodotto con energie rinnovabili e aggregati riciclati post-consumer concorrono all'abbattimento delle emissioni di agenti inquinanti nell'atmosfera e contribuiscono a preservare l'ambiente naturale. Utilizzano materie a basso impatto ambientale, sia nella fase produttiva che in quella di smaltimento.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Calcestruzzo indicato per qualsiasi getto di cantiere, anche strutturale. Indicato per cantieri soggetti a certificazione LEED. Lo stoccaggio avviene mediante sacchi in polietilene, in parte di riciclo, che possono essere recuperati mediante raccolta rifiuti differenziata.

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Norma UNI EN 206-1

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Il composto presente nel sacco limita lo sviluppo di polveri durante la fase di impasto con acqua

## RECYCLETHERM KMO



### Manifattura Maiano S.p.A.

Materiale termoisolante e fonoassorbente in fibre tessili riciclate, sterilizzate a 180° e lavorate senza utilizzo di acqua, collanti o prodotti chimici. Prodotto a filiera corta, ottenuto da scarti tessili pre e post consumo con un processo produttivo a basso impatto ambientale.

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Recycletherm non contiene prodotti chimici e non emette VOC.

I valori di impatto ambientale ottenuti attraverso uno Studio del profilo ambientale di prodotto (Analisi LCA) redatto dall'Università degli Studi di Firenze.

Per la valutazione di impatto delle fasi precedenti l'approvvigionamento delle materie prime si è fatto riferimento alle informazioni contenute nelle banche dati BUWAL250, Ecoinvent, ETH-ESU ed IDEMAT 2001.

I confini del sistema hanno compreso la produzione della materia prima fino alla produzione del pannello finito ("dalla culla ai cancelli").

Il Sistema di Qualità aziendale è certificato secondo la norma UNI EN ISO 9001

### NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Materiale classificabile come rifiuto non pericoloso. Se non inquinato da altri materiali può essere recuperato totalmente per il riciclo o per il riuso. Sicuro per gli installatori, non crea polveri.

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

**MATERIA PRIMA:** 100% Fibre tessili riciclate.

Isolante ecosostenibile per l'isolamento termico e l'assorbimento acustico a filiera corta, in fibre tessili provenienti dagli scarti di lavorazione delle industrie tessili pretesi, nonché dal riciclo di prodotti tessili dismessi. Prodotto sicuro per gli installatori, non crea polveri. Le sue proprietà igroscopiche garantiscono traspirabilità e salubrità degli ambienti. Le sue prestazioni non mutano nel tempo. Prodotto a filiera corta. Riciclabile al 100%. Recycletherm KmO aiuta l'ambiente due volte, perché evita la discarica e fa risparmiare energia.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Il prodotto è utilizzabile per l'isolamento termico ed acustico in tutte le tipologie edilizie, applicato in intercapedini di pareti perimetrali, partizioni interne, solai e chiusure.

Adatto sia per nuove costruzioni che per ristrutturazioni o correzioni acustiche di ambienti esistenti.

**VANTAGGI:**

- Prodotto a filiera corta
- Ottimo rapporto prezzo/prestazioni
- Traspirante
- Sicuro per gli installatori,
- Non crea polveri
- Riciclabile

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Lavorazione di fibre tessili riciclate, compatate e termolegate senza utilizzo di acqua, collanti o prodotti chimici. Le fibre tessili riciclate sono sterilizzate a 180° e lavorate senza utilizzo di acqua, collanti o prodotti chimici. Prodotto a filiera corta, ottenuto da scarti tessili pre e post consumo con un processo produttivo a basso impatto ambientale.

La flessibilità degli impianti permette di lavorare molte tipologie di fibre: naturali e sintetiche, vergini e riciclate.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

L'azienda persegue una politica ambientale volta a garantire alti livelli di eco-efficienza ed a minimizzare l'impatto del proprio ciclo produttivo sull'ambiente.

Tutti gli scarti di lavorazione vengono riciclati in azienda con un avanzato sistema di recupero che li riporta a fibra per poi essere reinseriti nel ciclo produttivo di alcune linee di prodotto specifiche.

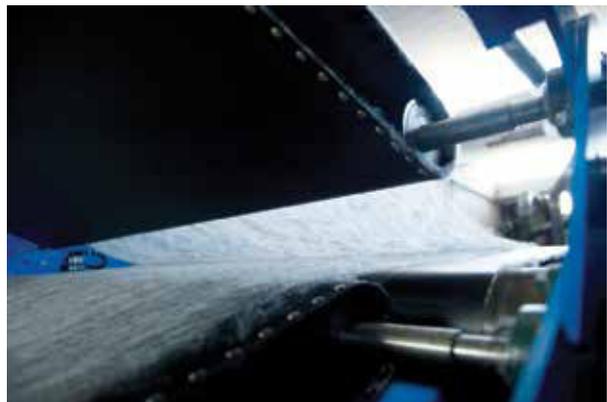


Foto: formazione del velo di fibre, Manifattura Maiano

## ECONCRETE®



### Eco.Men.

Econcrete (marchio registrato) è il prodotto riqualificato per la realizzazione di strati portanti di fondazioni stradali, frutto della ricerca sviluppata in collaborazione con il Dipartimento Costruzioni e Trasporti dell'Università di Padova utilizzato nel Passante di Mestre e nella Valdastico Sud. Il suo utilizzo permette un risparmio di materiale naturale del 57%; una vita utile pari a +99% e una diminuzione delle deformazioni pari al 37%.

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Il Sistema di Qualità aziendale è certificato secondo la norma UNI EN ISO 9001 e la norma UNI EN ISO 14001

#### RIFERIMENTI LEGISLATIVI

L'utilizzo del riciclato e della sabbia di fonderia per la produzione di Econcrete® prevede il rispetto delle normative sul recupero dei rifiuti: D.LGS. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e D.M. 5/2/98 così come modificato dal D.M. 5/4/2006 n. 186.



### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Composizione: **MATERIALE C&D + SABBIA DI FONDERIA + LEGANTE IDRAULICO (CEMENTO) + ACQUA**

Si tratta di una miscela di materiali le cui proporzioni e i quantitativi sono stati prefissati in base agli studi di laboratorio, al fine di ottenere caratteristiche fisico-meccaniche adattabili alle esigenze della sovrastruttura da realizzarsi.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

impiega aggregati alternativi, limitando così l'estrazione di materiale naturale. Le sue caratteristiche meccaniche permettono, a parità di prestazioni in opera, una diminuzione dello spessore globale della sovrastruttura. Permette un abbattimento delle tensioni alla base degli strati superficiali in conglomerato bituminoso, aumentando significativamente la vita utile della strada.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

I materiali, che derivano dal recupero di rifiuti inerti, devono infatti necessariamente passare attraverso un processo di recupero debitamente autorizzato.

Per la gestione dei rifiuti vengono effettuate verifiche a monte (che comprendono la classificazione del rifiuto come non pericoloso e non tossico, in funzione dell'autorizzazione dell'impianto) e verifiche a valle del processo di recupero condotte per accertare la rispondenza dei parametri delle analisi rispetto all'autorizzazione.

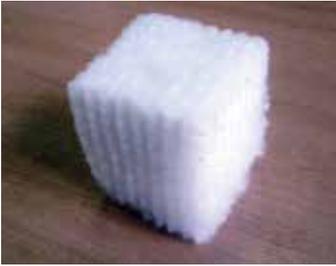
### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

L'unità Eco.Men. di Carmignano di Brenta (PD) è dotata di un impianto per la riqualificazione di rifiuti. L'attività, che prevede il riutilizzo di diversi tipi rifiuti inerti (tra i quali materiali da costruzione e demolizione, scorie di acciaieria, sabbie di fonderia), è autorizzata al trattamento di 730.000 tonnellate all'anno di rifiuti e garantisce il proprio prodotto finito da una serie di procedure di controllo aziendali e ambientali che permettono il monitoraggio costante Campiglia Stadio della Juventus del materiale in impianto.



Foto: stadio della Juventus

## ISOLCELL



Euchora SRL

Pannello isolante termico e acustico ecosostenibili in carta riciclata

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Certificato di Qualità - Rapporto di prova:

- requisiti termici
- requisiti acustici
- requisiti fisici, meccanici
- requisiti biochimici e di durabilità
- comportamento al fuoco e al calore

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Isolante a base di fibre di cellulosa da riciclo termofissate tridimensionalmente grazie all'aggiunta di una fibra di rinforzo in poliestere e, su richiesta, un prodotto ignifugo. Le fibre di cellulosa disposte in modo tridimensionale permettono di ottenere una maggiore resistenza, anche in rapporto a basse densità.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

Isolcell permette di risolvere ogni problema di isolamento sia in applicazioni a parete, che in pavimenti o tetti. E' un prodotto di facile e veloce installazione, il che lo rende particolarmente idoneo anche al fai da te e non ha bisogno di alcun accorgimento nella manipolazione: il suo utilizzo è pulito e non produce polvere.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Questo isolante è il risultato di numerose ricerche e sperimentazioni nel settore dei prodotti riciclati per costruzioni: la materia prima di base è la carta riciclata che, tramite processi di macerazione, viene trasformata in fibra pronta per essere termo legata, senza necessitare l'utilizzo di additivi inquinanti. Poiché Isolcell è termolegato senza colle o resine, non necessita nessuna barriera al vapore in quanto non soggetto a degrado in caso di umidità ed è in grado di favorire la normale traspirazione all'interno di muri e tetti.

### TRASFORMAZIONE DELLA FILIERA PRODUTTIVA

Grazie alla sua capacità produttiva, che implementa soluzioni tecnologiche esclusive, e grazie alla possibilità di seguire nella sua interezza tutta la filiera produttiva del kenaf, riesce a garantire un prodotto completamente made in Italy, certificato per la bio-edilizia e dalle indubbie valenze tecniche.

## ISOLKENAF



Euchora SRL

Pannelli isolanti termici e acustici ecosostenibili in fibra di Kenaf

### CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Certificato di Qualità - Rapporto di prova:

- requisiti termici
- requisiti acustici
- requisiti fisici, meccanici
- requisiti biochimici e di durabilità
- comportamento al fuoco e al calore

### CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Isolante in fibre vegetali di Kenaf, termofissate in modo tridimensionale grazie ad una esigua percentuale di fibra in poliestere. La disposizione geometrica delle fibre di Kenaf così ottenuta, assicura prestazioni termomeccaniche superiori ai prodotti realizzati tramite agugliatura, mentre l'utilizzo di fibre vegetali così resistenti ed estensibili, dona maggiore resilienza e compattezza al pannello.

### POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

E' disponibile in pannelli o rotoli a densità variabile da 20 a 100 Kg/m<sup>3</sup> ed in diversi spessori, il che lo rende idoneo per ogni tipo applicazione a pavimento o in copertura e, grazie alla sua struttura naturale innovativa, anche in muri di facciata o per l'isolamento termico sistemi a secco. Non contenendo collanti chimici o additivi inquinanti, è interamente riciclabile in fase di smontaggio, rendendolo un prodotto ecosostenibile ed altamente prestazionale durante l'intero ciclo di vita. L'azienda ha nel proprio staff "Tecnici Competenti in Acustica" in grado di fornire ogni tipo di assistenza progettuale per isolamenti acustici con Isolkenaf.

### TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il processo di termolegatura e l'utilizzo di materie prime dalle ottime caratteristiche fisiche, lo rendono un isolante insensibile agli effetti della umidità e installabile senza barriera al vapore. Isolkenaf infatti, favorisce il ciclo di traspirazione dell'involucro edilizio: ne regola il grado di umidità, trattenendo le eccedenze nei mesi freddi e rilasciandole nei mesi caldi.

Poiché durante il processo di termolegatura le sostanze proteiche contenute dalle fibre vegetali vengono volatilizzate, non è necessario effettuare alcun trattamento contro insetti, quali tarne e coleotteri.

## ECO++



### Ceramiche COEM

Impasto ceramico da gres porcellanato con il 30% di rifiuti vetrosi post-consumo

## CERTIFICAZIONE PRODOTTO

Prodotto certificato conforme ai requisiti Leed in quanto utilizza più del 30% di scarto post consumer e 10% di scarti pre-consumer certificato da Certiquality. Certificato dal Centro Ceramico : a parità di peso con un gres porcellanato standard con limiti Ecolabel, in fase di cottura, genera oltre al 40% in meno di emissioni di CO<sub>2</sub>.

## NUOVI RISCHI SALUTE E SICUREZZA

Materiale classificabile come rifiuto non pericoloso. Sicuro per gli installatori, non crea polveri.

## CARATTERISTICHE INNOVATIVE

Ceramica "eco" contenente più del 30% di materiale riciclato post-consumo (vetro) e oltre il 10% pre-consumo. Rispetto a un gres porcellanato tradizionale è composto con la metà delle materie prime, il 70% delle quali è di provenienza nazionale, e pesa il 12% in meno al mq: ciò comporta una notevole diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in fase di trasporto.

## POTENZIALITÀ E OSTACOLI ALLO SVILUPPO

I vetri di recupero sono denominati come materia prima seconda e vengono macinati assieme alle altre materie prime.

## TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

Il materiale viene cotto con un ciclo di cottura particolare di 100° inferiori rispetto a un gres porcellanato tradizionale, massima temperatura 1110°, avendo un consumo specifico inferiore del 40% a un gres porcellanato conforme ai requisiti in cottura dei parametri richiesti dalla certificazione di prodotto Ecolabel.

Un' importante caratteristica del prodotto è il ritiro di cottura (che è il restringimento della piastrella tra la dimensione della piastrella pressata rispetto a quella cotta). Tradizionalmente un gres porcellanato ritira circa il 7% in cottura, invece questo impasto ritira solo il 2%, questo significa che si ha una superficie utile maggiore dopo la cottura circa il 12% in più rispetto a un gres porcellanato tradizionale, questo ritiro consente quindi di avere un materiale che al metro quadrato pesa il 12% in meno a parità di spessore rispetto a un gres porcellanato tradizionale, e permette, in tutte le fasi del ciclo produttivo, di avere un materiale che, al metro quadrato risparmi il 12%, sia a livello di risorse energetiche, che di materiali utilizzati rispetto al gres porcellanato tradizionale.

Nella Fase di trasporto sono movimentate per realizzare un metro quadrato di prodotto finito il 12% delle materie prime in meno rispetto a un gres tradizionale, quindi solo per questo aspetto si evidenzia una diminuzione di emissione di CO<sub>2</sub> generata per il trasporto di ben 12% in meno, inoltre dato che è realizzato per il 70% da materie nazionali, ottimizza ulteriormente l'emissioni di CO<sub>2</sub> in fase di trasporto.



Foto: Ceramiche COEM

## 3.2 L'INNOVAZIONE SOSTENIBILE NEI MATERIALI ATTRAVERSO L'ANALISI DEL PROCESSO PRODUTTIVO DI MATERIALI DI ECCELLENZA

In questo capitolo vogliamo sottolineare l'esigenza di creare un contesto favorevole alla ricerca e contribuire alla diffusione di buone pratiche orientate alla sostenibilità ambientale, valorizzando le realtà che sanno raccogliere le sfide dell'ambiente come valore e opportunità irrinunciabile di sviluppo anche economico e sociale.

Molto importante è infatti l'esempio **Knauf della linea Ecose** (Premio Innovazione 2010 di Legambiente), una tecnologia basata su una resina priva di formaldeide, rivoluzionaria, nuova e naturale, che può essere utilizzata nella produzione di lana di vetro e lana di roccia e di molti altri prodotti e che si è rivelata essere più sostenibile.

**ECOSE Technology** è prodotta con materiali organici rinnovabili anziché con sostanze chimiche derivate dal petrolio. Riduce l'energia necessaria per la produzione e garantisce un livello di sostenibilità ambientale ottimale. ECOSE Technology è stata sviluppata per prodotti isolanti in lana di vetro, ma offre gli stessi potenziali benefici nel caso di altri prodotti, in cui la sostituzione della resina tradizionale potrebbe rappresentare un vantaggio.

In generale per la realizzazione della lana di vetro si utilizza:

- Vetro riciclato (generalmente per il 50%, ma anche fino al 90%),
- Sabbia quarzatica
- Feldspalto
- Bicarbonato di sodio e calcare

Inoltre sono contenuti il 3-9% di leganti di resine artificiali (in genere resine fenolo-formaldeide).

### INNOVAZIONE NEL PROCESSO PRODUTTIVO ECOSE:

Le materie prime e aggregati vengono fusi a 1300-1500°C, la materia viene sfibrata e rilavorata con aggiunta di legante.

In questo caso l'innovazione tecnologica è nel legante che è priva di formaldeide, naturale, prodotta con materiali organici rinnovabili anziché con sostanze chimiche derivate dal petrolio.

Riduce l'energia necessaria per

la produzione, comportando un consumo energetico ridotto del 70% rispetto ai leganti tradizionali. Attraverso un processo brevettato e macchine sensibili e sofisticate, ECOSE viene usata per creare una resina eccezionalmente forte che lega particelle oppure fibre di lana minerale. Questa rivoluzionaria ricerca scientifica consente di non utilizzare la formaldeide ed i fenoli presenti nelle resine tradizionali.



Con la tecnologia Ecose, i materiali organici rinnovabili sostituiscono le sostanze chimiche tradizionali per creare prodotti più sostenibili ed avanzati. Inoltre, non impiegando formaldeide né fenoli, ECOSE Technology, riduce ulteriormente le emissioni di CO<sub>2</sub>.

## CONSIDERAZIONI BREVI SCATURITE DAL PROCESSO LCA

Con l'obiettivo di minimizzare e migliorare l'utilizzo delle fonti energetiche nel settore delle costruzioni, ci proponiamo di individuare una metodologia specifica per la valutazione energetico-ambientale del materiale, che consenta di scomporre il prodotto individuando l'impatto ambientale attribuibile alle singole componenti e fasi, per andare ad intervenire laddove le criticità mostrino un peso maggiore. Lo strumento più efficace per compiere una valutazione di impatto di tale fattezza è la procedura standardizzata dalle norme ISO 14040, ossia l'analisi del ciclo di vita "LCA". Questa consente di studiare un prodotto o un processo seguendone passo passo tutte le fasi che lo contraddistinguono.

Le osservazioni giunte dai calcoli sull'LCA sono racchiuse in osservazioni sulla base dei seguenti parametri:

OSSERVAZIONI SU CONSUMI e EMISSIONI - PROCESSO LCA	
<b>Consumo di indicatori energetici e delle risorse naturali energia</b>	L'uso del composto riciclato utilizzato per la fabbricazione del vetro riduce il consumo energetico della fase di produzione. La lana di vetro minerale è un prodotto versatile che può essere compresso in imballaggi che di conseguenza serve per ottimizzare il quantitativo trasportato, riducendo la quantità di materia prima per imballaggio.
<b>Consumo di risorse non energetiche</b>	L'uso del flusso migliora l'omogeneità del materiale e consente un miglior controllo della temperatura riducendo così il consumo di energia. L'impiego di rottame di vetro riciclato riduce il consumo di nuove materie prime.
<b>Consumo di acqua</b>	Il consumo di acqua è dovuto principalmente all'acqua utilizzata per la produzione del legante e la produzione di energia elettrica.
<b>Emissioni nell'acqua</b>	Sui siti di produzione, l'utilizzo dell'acqua è basato su un sistema di depurazione interno in cui non ci sono emissioni e scarichi d'acqua nella vegetazione. Le acque reflue sono trattate in impianti di depurazione prima di essere espulse o dirette verso impianti collettivi di trattamento. Queste misure contribuiscono a livello locale al mantenimento della qualità dell'acqua.
<b>Consumo energetico e materiale recuperato</b>	Riduzione dei materiali consumati con l'aggiunta di materiali riciclati. Nella produzione, i materiali usciti dagli scarti di fabbricazione sono reintrodotti nel processo produttivo, servono come input per le materie prime. L'incorporazione di rottame di vetro riciclato alla miscela di materie prime riduce il consumo di nuovi materiali e consumi processo di produzione di energia. I materiali di imballaggio e rivestimenti sono realizzati materiali parzialmente riciclati.
<b>Emissioni nell'atmosfera</b>	I siti di produzione sono dei luoghi sottoposti alla legislazione sulle impianti classificati e sono regolarmente controllati dalle autorità competenti. Le condizioni di utilizzo sono regolate dalle Direttive Europee in materia. Le emissioni nell'atmosfera sono trattate e controllate. La scelta della tecnica della fusione "oxy-fuel" riduce considerevolmente le emissioni d'ossido d'azoto.
<b>Produzione e le modalità di gestione dei rifiuti</b>	I rifiuti di imballaggio sono stati considerati nella fase di attuazione. La messa in opera della lana di vetro minerale non genera nessun o poco taglio di rottami, spesso utilizzati su siti per la coibentazione (tramogge, buche ...).

Fonte: Knauf Insulation EPD

## IL CASO STUDIO DI FILIERA PRODUTTIVA: ECOPNEUS

Ogni anno spariscono nel nulla, o si disperdono in canali poco chiari, fino a 100mila tonnellate di PFU, circa 1/4 degli pneumatici immessi in commercio nello stesso arco di tempo. Con ogni probabilità finiscono nelle maglie del mercato illegale, oggetto di traffici nazionali e internazionali o abbandonati in discariche abusive.

Dal 2005 a oggi sono state individuate ben 1.049 discariche illegali, per un'estensione che supera ampiamente i 6 milioni di metri quadrati (per l'esattezza 6.170.537), una superficie complessiva grande quanto 800 campi da calcio.



**Ecopneus Spa** è la società senza scopo di lucro nata nel 2009 per gestire il rintracciamento, la raccolta, il trattamento e la destinazione finale degli Pneumatici Fuori Uso (PFU), gestendo larga parte delle oltre 350.000 tonnellate di PFU generate ogni anno in Italia: i soci che hanno costituito Ecopneus rappresentano oltre l'80% del mercato nazionale. L'azienda ha ad oggi 60 aziende socie (tra cui 6 Soci Fondatori).



Tramite procedure di gara, Ecopneus ha selezionato gli operatori di filiera, aziende di logistica, fornitori di servizi di frantumazione e di valorizzazione di materia.

### La qualità della filiera

Si è evidenziato come la gestione complessiva della filiera abbia innescato alcuni importanti processi di crescita ed innovazione nelle aziende, in termini di qualificazione, efficienza e sostenibilità ambientale; questa dinamica è esemplificata nel Bilancio attraverso tre approfondimenti su altrettanti operatori della filiera.

Nel 2012 si sono svolte le gare per selezionare gli operatori della filiera per il biennio 2013/14. Le gare, che hanno fatto registrare un interesse crescente rispetto al passato (misurabile attraverso il numero di "manifestazioni di interesse" da parte delle aziende), hanno individuato 72 vincitori, introducendo un nuovo

ambito di servizio rispetto alla passata edizione (il "trasporto punto-punto").

Tra i 30 assegnatari nell'ambito trasporto punto-punto, a seconda delle specifiche esigenze del servizio, verrà di volta in volta scelto il fornitore in grado di garantirne lo svolgimento con maggior grado di professionalità ed ai minori costi.

### Gli operatori della filiera

Ecopneus non effettua direttamente le operazioni di raccolta, trasporto, trattamento e valorizzazione che costituiscono i passaggi fondamentali della filiera degli pneumatici

a fine vita, ma ha scelto di affidarsi alle aziende già presenti sul territorio per il servizio di raccolta e stoccaggio, di frantumazione e di trasporto, privilegiando una logica di collaborazione e sostegno al loro sviluppo, piuttosto che di competizione con esse.

### La promozione delle applicazioni e il contributo alla ricerca

I vecchi pneumatici, infatti, non terminano il loro ciclo di vita sulla strada ma possono essere reimpiegati in altri processi produttivi.

Possono essere usati nell'ingegneria civile, sia interi che frantumati, per la costruzione di barriere insonorizzanti, barriere anti-erosione, stabilizzazione di pendii, protezioni costiere, oppure per la realizzazione di fondazioni stradali e ferroviarie, rilevati stradali alleggeriti e bacini di ritenzione delle acque piovane. Ricorrente anche l'uso degli PFU nelle superfici sportive, come materiale da intaso per campi da calcio in erbetta sintetica, piste da atletica e pavimentazioni antitrauma; oppure per la costruzione di dossi artificiali, delimitatori di traffico, cordoli etc.



In crescita l'utilizzo del granulato di gomma proveniente dalla lavorazione dei PFU per costruire materiali isolanti, come pannelli, tappetini anti-calpestio, membrane impermeabilizzanti e così via. Diffuso è anche l'utilizzo come combustibile nelle cartiere, nei cementifici, negli impianti di produzione di calce, nelle centrali termoelettriche e in impianti di pirolisi, in sostituzione di combustibili fossili, come il pet coke o il carbone. Un'applicazione molto richiesta per l'alto potere calorifero e, in rapporto ai citati combustibili fossili, per la minore emissione di CO<sub>2</sub>.

### Alcuni esempi di prodotti presentati

I prodotti in gomma da PFU che Ecopneus ha realizzato costituiscono il primo inventario online dei prodotti ottenuti con gomma riciclata da PFU da produttori italiani.

In particolare, vi è l'indicazione della provenienza della materia prima riciclata, nell'ottica di promuovere una filiera tutta italiana.



#### EDILIZIA

- anticalpestio
- isolanti acustici
- rivestimenti murali
- antivibranti



#### SPORT

- campi polivalenti antitrauma
- aree gioco per bambini
- piste di atletica



#### STRADE E ARREDO

- cordoli
- delimitatori
- piste ciclabili
- segnaletica



#### VARIE

- accessori
- articoli ufficio
- arredo

### 3.3 RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E BONIFICA DELL'AMIANTO: UN CASO STUDIO

Risanamento ambientale, bonifica e smaltimento dei materiali contenenti amianto devono essere la priorità per portare a zero il rischio connesso con l'esposizione alla pericolosa fibra: ad oggi in Italia sono ben 2.5 miliardi i m<sup>2</sup> di coperture in cemento-amianto. Per fare questo è necessario intervenire tanto sui grandi siti industriali inseriti nel Programma Nazionale di bonifica, quanto sulle emergenze locali riguardanti la presenza di amianto in edifici e strutture pubbliche e private; completare il censimento che ancora oggi procede a macchia di leopardo; prevedere adeguate risorse economiche per co-finanziare la rimozione e la bonifica delle strutture contaminate, prorogando l'extra incentivo di 5 centesimi a kWh, previsto dal IV Conto Energia per la sostituzione di coperture in eternit con pannelli fotovoltaici e/o prevedendo forme simili di incentivazione a scala nazionale; attuare un'adeguata pianificazione per la realizzazione di un'impiantistica di trattamento e smaltimento a supporto delle operazioni di bonifica. Dal 2014 le agevolazioni fiscali per le opere di ristrutturazione e di efficientamento energetico saranno anche a beneficio dei lavori di rimozione dell'amianto dagli edifici. La detrazione per le opere di ristrutturazione e di efficientamento energetico che riguardano la bonifica dell'amianto è stata inserita nel testo del Decreto legge incentivi, che estende le detrazioni di imposta previste per i lavori di efficientamento energetico (65%) e di ristrutturazione edilizia (55%), dal 2014 anche a beneficio dei lavori di rimozione dell'amianto dagli edifici.

Si tratta di un passo in avanti fondamentale nella lotta contro l'amianto, iniziata più di quaranta anni fa. Il provvedimento fa bene all'economia, all'ambiente e all'occupazione perché oltre a tutelare la salute dei cittadini e dei professionisti in cantiere e del nostro ambiente, la messa in sicurezza e la tutela del territorio.

#### CASO STUDIO: EDIFICIO VIA FERRARESE, BOLOGNA

**Tipo di intervento:** rimozione e smaltimento della vecchia copertura in amianto e retrofitting.

**Stato di avanzamento dei lavori:**

inizio lavori: Ottobre 2012

fine lavori: Novembre 2012

**Caratteristiche di cantiere:** tradizionale evoluto e tecnologia a secco

**Specializzazioni richieste:** Per le operazioni di bonifica e di realizzazione del tetto sono stati impiegati 6 operai : due manovali, due qualificati e due specializzati.

Per l'installazione dell'impianto tre operai con due specializzati ed un manovale.



Uno dei casi studio da citare si trova a **Bologna**. Si tratta di un **edificio residenziale** che è stato il caso di retrofitting di solare fotovoltaico e isolamento in copertura.

La **riqualificazione** è stata effettuata in varie fasi:

- rimozione e smaltimento della vecchia copertura in amianto;
- rifacimento della nuova copertura con lastre Coverib, un multistrato in acciaio (come elemento di tenuta) costituite da una lamiera di acciaio zincato protetta nella faccia superiore da un composto anticorrosivo e insonorizzante a base bituminosa e da una lamina di alluminio naturale (ovvero preverniciato, ovvero da una lamina di rame elettrolitico, ovvero lamine di acciaio inox), e nella faccia inferiore da un primer bituminoso e da una lamina di alluminio naturale; queste lastre garantiscono elevati livelli di comfort termoacustico e notevole resistenza meccanica.
- inserimento in copertura di pannelli di EPS termoisolante con spessore di 12 cm che consente di contenere i costi energetici.
- installazione di 56 moduli policristallini di fotovoltaico con una potenza installata di 13.44 KW

---

## PARAMETRI INNOVATIVI

- bonifica da amianto
- sfruttamento della radiazione solare
- uso di energia da fonti rinnovabili
- isolamento e comfort termico



## INFORMAZIONI TECNICHE DELL'IMPIANTO

- **Potenza totale dell'impianto:** 13,44 KWp
- **moduli fotovoltaici:** 240 Wp
- **tipo di modulo fotovoltaico:** policristallino
- **totali moduli falde:** n. 56
- **superficie totale dell'impianto:** 93 mq
- **energia prodotta annua:** 13.843 kWh/anno



## TUTELA E SICUREZZA DEI LAVORATORI

Per le operazioni di bonifica e di realizzazione del tetto sono stati impiegati 6 operai: due manovali, due qualificati e due specializzati.

Per l'installazione dell'impianto tre operai con due specializzati ed un manovale.

Come approntamenti per la tutela e la salute dei lavoratori sono state adottate parapetture sul lato corto del fabbricato in quanto sui lati lunghi è presente un naturale parapetto di protezione costituito dal muro di coronamento alto 120 cm. A terra, nell'area di cantiere a ridosso del castello di salita, è stato allestito lo spogliatoio con annesso bagno chimico.



Fonti e foto: Ondulit

#### **4.1 TENDENZE EVOLUTIVE NELLE TECNOLOGIE DI COSTRUZIONE NEL CAMPO INFRASTRUTTURALE ED AMBIENTALE**

Le tecnologie costruttive impiegate per realizzare opere infrastrutturali e impianti industriali, energetici, a valenza ambientale hanno subito nel corso degli ultimi anni profonde trasformazioni, che vanno tutte nel senso della meccanizzazione spinta del cantiere e della prefabbricazione per componenti, dell'automazione delle macchine, anche in questo caso, quindi, verso un'industrializzazione del processo costruttivo.

Molti e diversi sono i campi di applicazione e le tecnologie impiegate, le innovazioni più significative riguardano, per infrastrutture e reti, gli scavi e le gallerie, i ponti e i viadotti, le opere ferroviarie e metropolitane. Molto importanti anche i processi innovativi che riguardano l'edilizia impiantistica e industriale.

La varietà e la complessità delle tecnologie impiegate richiede un approfondimento specifico per tipologie di opere.

In questo *Rapporto* annuale, verrà focalizzata l'attenzione su alcune particolari tipologie di opere e tecnologie, lasciando spazio al completamento dell'analisi nelle successive edizioni con lo studio di altre tecnologie industrializzate complesse.

Verranno presentati, pertanto, tre casi di studio particolarmente rilevanti, relativi all'impiego delle tecnologie cosiddette "trenchless" o "no-dig" (letteralmente "senza trincea" e "senza scavo") in quanto permettono di intervenire nel sottosuolo senza ricorrere al tradizionale "scavo a cielo aperto".

Particolarmente significative per il loro positivo impatto socio-ambientale e per la profonda trasformazione del processo costruttivo ad esse connesso, queste tecnologie vengono denominate anche "tecnologie a basso impatto ambientale" e per esse è stata introdotta una particolare categoria di Opere Speciali nel Regolamento di attuazione del Codice degli Appalti Pubblici, la categoria OS 35.

Nel presente paragrafo, dopo una descrizione delle principali tecnologie *no-dig* presenti sul mercato italiano, verranno illustrati i seguenti lavori:

- confronto, in termini di costo e di consumi, tra uno scavo a cielo aperto (tradizionale) e alcune tecnologie *no-dig* (*perforazione orizzontale guidata* e *minitrincea*) nella posa di reti di telecomunicazioni, per evidenziare i vantaggi legati all'impiego delle tecnologie innovative in termini economici, ambientali e sociali;
- stabilizzazione di versanti franosi tramite l'impiego di tecnologie di *perforazione orizzontale guidata* e *microtunnelling*;
- applicazione delle tecnologie di indagine geofisica in campo ingegneristico ed architettonico.

## 4.2 LE TECNOLOGIE NO-DIG



Le tecnologie *no-dig* permettono di effettuare la posa, l'esercizio e la manutenzione delle reti dei sottoservizi riducendo al minimo, o eliminando del tutto, lo scavo a cielo aperto, con il vantaggio, rispetto a quest'ultimo, di ridurre:

- la movimentazione di materiale (ad esempio per il conferimento del materiale di risulta in discarica);
- il traffico di mezzi pesanti;
- il tempo e lo spazio di occupazione del suolo pubblico (aree di cantiere limitate);
- l'effrazione del manto stradale e quindi il degrado della pavimentazione;
- l'impatto sulla viabilità;
- le interferenze con attività commerciali, residenziali o di svago;

ed offrire:

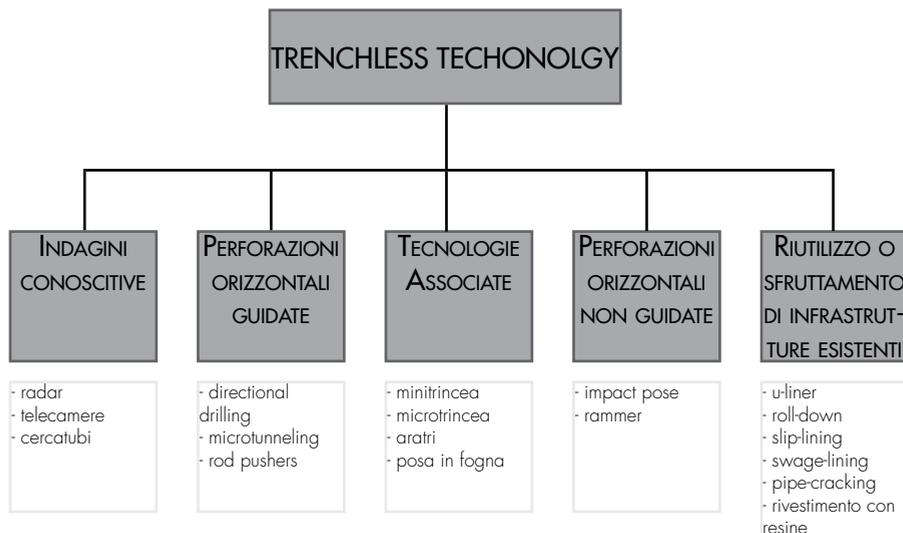
- maggior sicurezza al cittadino grazie all'eliminazione dei pericoli legati a scavi aperti;
- tutela della manodopera in termini di sicurezza (condizioni dei cantieri meno gravose).

Queste tecnologie, adatte anche per il risanamento di infrastrutture esistenti, sono affidabili e, al tempo stesso, più economiche e meno invasive di quelle tradizionali, soprattutto in ambito urbano. Godono, infatti, di una maggiore automazione del lavoro, di un'elevata produttività giornaliera e di condizioni più favorevoli sia sul versante della qualità del lavoro che della sua sicurezza grazie alla riduzione dell'area di cantiere. Le tecnologie *no-dig* convenzionalmente si suddividono, sulla base delle loro caratteristiche, in cinque macro famiglie:

- indagini conoscitive;
- perforazioni orizzontali guidate
- tecnologie associate
- perforazioni orizzontali non guidate
- riutilizzo e sfruttamento di infrastrutture esistenti.

La prima, fondamentale perché propedeutica all'impiego delle altre, comprende le indagini conoscitive ovvero quelle tecnologie che permettono di individuare, in maniera non distruttiva, la presenza di infrastrutture nel sottosuolo o di valutarne lo stato di conservazione e di fruibilità.

Le famiglie delle *perforazioni orizzontali* comprendono sistemi per la posa di nuove infrastrutture con minima, o nulla, effrazione del terreno o della sede stradale. Le tecnologie di perforazione possono essere direzionabili - nel senso che si riesce a pilotare la testa di perforazione - o non direzionabili - utili per esempio per i piccoli interventi di allaccio dell'utenza alle reti dei servizi.



La famiglia delle *tecnologie associate* comprende tutte quelle tecnologie, non riconducibili alle altre, che hanno in comune con esse il basso impatto ambientale e la bassa invasività d'intervento. Tra queste rientra la *minitrincea*, tecnologia in forte sviluppo e sulla quale molti Operatori del settore delle telecomunicazioni stanno puntando.

Segue la galassia dell'ultima famiglia, quella delle tecnologie di *rinnovamento o di risanamento delle infrastrutture esistenti* che permettono di recuperare e/o riparare reti già esistenti. Tali tecnologie si possono sostanzialmente suddividere in tre macro gruppi a seconda che il risanamento avvenga con la riduzione, l'aumento o il mantenimento delle dimensioni originarie della condotta oggetto dell'intervento.

Il denominatore comune a tutte le *Tecnologie Trenchless* è il grande rispetto per l'ambiente.

Le difficoltà che lo sviluppo di queste tecnologie ancora oggi incontra, sono riconducibili principalmente all'elevato investimento iniziale (macchinari e specializzazione dei lavoratori) e alla necessità di conoscere in anticipo l'esatta ubicazione delle reti presenti nel sottosuolo.

Una recente applicazione di queste tecniche, molto interessante dal nostro punto di vista, consiste nella posa di tubazioni o di cavi in fibra ottica, in "verticale", negli edifici per collegare ai piani le varie utenze. È, infatti, possibile con macchinari di ridotte dimensioni e limitando al massimo gli interventi distruttivi sugli edifici, rinforzare le tubature esistenti, sostituirle senza rimuoverle (ad esempio quelle dell'acqua), oppure posare cavi all'interno di tubazioni esistenti (ad esempio la fibra ottica).

Particolarmente interessanti sono anche le applicazioni di alcuni sistemi Georadar al campo delle costruzioni che comportano importanti benefici socio-ambientale ancora una volta riconducibili alla possibilità di evitare interventi invasivi o distruttivi. La verifica statica, il consolidamento degli edifici, la mappatura delle reti nel sottosuolo o la possibilità di effettuare indagini archeologiche senza effrazioni del suolo, sono tutte applicazioni che permettono di riqualificare il patrimonio esistente a costi sostenibili.

Le potenzialità di sviluppo delle tecniche *no-dig* sono enormi, specialmente in ambito urbano in relazione allo sviluppo delle reti dei servizi (ad esempio la banda larga) o

per intervenire in ambienti difficili o sfavorevoli (ad esempio per attraversare il corso di un fiume, una strada ad alta percorrenza, oppure nei centri storici).

Le imprese che operano in questo segmento di mercato sono tutte specialistiche o super-specialistiche, e fanno principale riferimento all'associazione IATT (*Italian Association for Trenchless Technology*) che promuove, senza fini di lucro, la conoscenza e lo sviluppo delle tecnologie *no-dig*.

## La perforazione orizzontale guidata (Horizontal Directional Drilling; HDD)

La HDD è una tecnica di perforazione orizzontale guidata che consente la posa di tubazioni in polietilene o in acciaio, atte alla fornitura di tutti i tipi di sottoservizi (compresi i prodotti petrolchimici) del diametro di (40 - 1.600) mm.

La posa avviene mediante una trivellazione sotterranea, guidata elettronicamente, da un punto di ingresso ad uno di arrivo, senza la necessità di effettuare scavi a cielo aperto. La tecnologia prevede varie fasi di lavorazione e può essere effettuata "a secco" oppure "ad umido" (con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite):

- viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa, guidate alla quota e nella direzione voluta;
- raggiunto il punto di uscita, sulla testa di perforazione viene montato un opportuno alesatore che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti;
- completata la posa, l'area di lavoro viene ripristinata mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita.

L'orientamento della testa di perforazione, è controllato. La sua forma a becco d'anatra permette, qualora in rotazione o bloccata a determinate angolazioni, di effettuare perforazioni lineari o curvilinee in senso altimetrico o laterale lungo l'asse di perforazione.

In caso di posa di piccole condotte, la fase di alesatura del foro può essere evitata, riducendo quindi, oltre i tempi di lavorazione, anche le dimensioni delle macchine impiegate e, quindi, l'area di cantiere.



Cantiere HDD

L'*Horizontal Directional Drilling* è particolarmente adatto per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande comunicazione, aree pubbliche, e trova impiego anche nel consolidamento di versanti franosi e nel risanamento e contenimento di siti inquinati.

L'impiego di questa tecnologia può essere condizionato dalla presenza di pietre o rocce di dimensioni notevoli o in terreni sciolti, quali ghiaia o sabbia. Inoltre, a seconda del diametro della condotta da posare e della lunghezza dell'impianto da realizzare, le dimensioni dell'area di cantiere possono essere tali da impedirne l'apertura in area urbana.

## Microtunnelling

La tecnologia consente la posa di tubazioni di diametro di (250-2.500) mm in acciaio, in calcestruzzo o in gres ceramico.

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. La sezione più avanzata del tubo è costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe. L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.



La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno.

L'impiego di questa tecnica può essere condizionato, soprattutto in area urbana, dalla necessità di avere a disposizione area estese per l'installazione dei cantieri, oltre che da considerazioni di convenienza economica legata alle dimensioni dell'opera da realizzare.

Immagini di fasi lavorative e cantiere microtunnelling

## La minitrincea (minitrench)

La tecnologia permette la posa della infrastruttura di sottoservizi, quali l'idrico, l'energia e le telecomunicazioni, attraverso l'esecuzione contemporanea o meno di fresatura di dimensioni ridotte del manto stradale, sistemazione di tubi e/o cavi e riempimento del solco con malta cementizia. La tecnica è applicabile su tracciati che contemplino, generalmente, superfici asfaltate, cementate, aventi un sottofondo di materiale compatto e si esegue normalmente in prossimità del ciglio stradale. L'impiego della stessa laddove siano presenti fondi con trovanti di medie dimensioni o fondi di tipo sabbioso, o ghiaioso deve essere opportunamente valutata di volta in volta. Le fasi di lavorazione prevedono la fresatura del manto stradale (taglio) per una larghezza massima di 15 cm con una profondità massima di 40 cm, la posa dei cavi o dei tubi (fino ad un massimo di 3 di 40-50 mm di diametro) e il riempimento dello scavo.



Per quest'ultimo si utilizza, generalmente, malta cementizia aerata fino a 3 cm dal piano di calpestio, completando il riempimento con il materiale con cui si realizza il tappetino di usura. Il crescente interesse nell'impiego di questa tecnologia, soprattutto nel settore delle telecomunicazioni, ha portato allo sviluppo di nuovi materiali di riempimento

(malta rapida) con la caratteristica di avere prestazioni superiori alle classiche malte e di consentire il riempimento della minitrincea fino al piano di calpestio o carrabile, evitando quindi il ripristino del tappetino di usura. In particolare questa malta è stata certificata dal Centro Studi e Ricerche di ANAS.

Le attrezzature impiegate sono di dimensioni tali da consentire di allestire cantieri in spazi estremamente contenuti, permettendone un agevole utilizzo sia in ambito urbano che extraurbano.

## La tecnologia Georadar

La tecnologia GPR (Ground Penetrating Radar), comunemente conosciuta come Georadar, consente di rivelare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti presenti nel sottosuolo, fino ad una profondità di diversi metri, utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche a particolari frequenze, che vengono immesse, riflesse e ricevute da un sistema di antenne (anche solo una) che viene movimentato sulla superficie dell'area da investigare.

La macchina è dotata di un'unità di controllo e di acquisizione dei dati che permette di interpretarli, elaborarli e restituirli in formato grafico (cartaceo o elettronico) bi/tri dimensionale in pianta o in sezione.



Indagine georadar

A seconda del numero di antenne e della frequenza utilizzata per l'introspezione, la tecnica permette di rilevare, più o meno accuratamente, la posizione e la dimensione degli oggetti presenti nel sottosuolo.

La modalità di propagazione delle onde elettromagnetiche è strettamente legata alle costanti dielettriche dei materiali che derivano a loro volta dallo stato fisico degli stessi (densità, porosità, condizioni di umidità etc.), pertanto tutte le interfacce separanti mezzi con caratteristiche diverse possono essere individuate in modo tanto più certo quanto più alto è il loro contrasto fisico.

L'uso della tecnologia è propedeutico all'impiego delle tecniche di posa *no-dig* che comportino perforazioni o scavi ridotti e, oltre ad essere utile per la progettazione di reti tecnologiche, permette di effettuare analisi dei profili stratigrafici, indagini archeologiche e di ingegneria civile e ambientale.

Il suo impiego è condizionato principalmente dalle caratteristiche geologiche del

terreno (la presenza di acqua, infatti, attenua la capacità di penetrazione dell'onda elettromagnetica) e dal tipo di oggetti presenti nel sottosuolo (per esempio la presenza di maglie metalliche).

Con lo sviluppo di antenne ad alta frequenza (> 1000 MHz), di dimensioni ridotte e di maggiore maneggevolezza, ha cominciato a diffondersi la sua applicazione nel campo dell'ingegneria civile e dell'architettura; infatti, attraverso la produzione di immagini ad altissima risoluzione, è possibile ottenere informazioni di notevole importanza circa la struttura interna dei vari elementi strutturali, permettendo di:

- definire la configurazione geometrica e le dimensioni degli elementi investigati;
- individuare lesioni, vuoti, superfici di distacco e zone di ammaloramento dei materiali;
- definire la posizione e la geometria di elementi metallici di ancoraggio;
- individuare e riconoscere il tipo di armature;
- localizzare zone con ristagno di umidità;
- ricercare e individuare strutture sepolte per la pianificazione di opere di scavo e di ricostruzione (corpi di fondazione, cisterne, cunicoli e condotte).

### **La tecnologia Geoelettrica**

La tecnologia di tipo geoelettrico, in tecnica tomografica, viene eseguita immettendo nel suolo una corrente elettrica di intensità nota e misurando il potenziale che si sviluppa all'interno del mezzo indagato dal quale è possibile risalire alla resistività dei materiali indagati.

La resistività elettrica di un mezzo è legata alle sue caratteristiche chimiche, pertanto, variazioni di resistività possono essere attribuite alla presenza di materiali e oggetti al di sotto del piano di indagine.

Come per il caso del Georadar, anche le indagini Geoelettriche cominciano oggi ad essere impiegate per investigare le caratteristiche strutturali di un edificio; le ragioni che portano a scegliere queste tecnologie sono molte, ma la più comune è il superamento dei vincoli che il contesto urbano pone alle indagini. Molto spesso, infatti, è necessario investigare terreni e strutture al di sotto di edifici o manufatti che non sarebbero altrimenti raggiungibili se non utilizzando tecniche costose e invasive.

L'indagine geoelettrica, inoltre, permette di intervenire anche in situazioni difficili per il Georadar e di raggiungere profondità di indagine altrimenti non ottenibili.

Eseguito una tomografia elettrica 3D su un volume (terreni, pavimentazioni, strutture murarie) è possibile, attraverso lo studio e l'interpretazione delle anomalie elettriche, rilevare e mettere in evidenza disomogeneità, infiltrazioni d'acqua, presenza di cavità. Le possibilità di applicazione della metodologia geoelettrica nel campo della ingegneria civile, sia in tecnica tomografica che nella classica configurazione quadripolare, sono molteplici:

- stima del potenziale e dello stato di corrosione delle armature nel cemento armato;
- individuazione delle geometrie fondali;
- individuazione di cavità e manufatti sepolti;
- individuazione di aree umide;
- definizione di geometrie costruttive e stato di conservazione di murature a secco e

aggregati cementizi;

- definizione stratigrafica dei terreni di sedime;
- stima del potenziale di corrosione dei terreni;
- individuazione di lesioni in guaine di impermeabilizzazione;
- individuazione di preesistenze di interesse archeologico.

### **4.3 VANTAGGI ECONOMICI ED AMBIENTALI DELL'APPLICAZIONE DI TECNICHE NO-DIG PER LA POSA DI RETI DELLA TELECOMUNICAZIONE**

Vengono qui esaminate, e confrontate tra loro, alcune componenti di costo relative alla posa di reti per telecomunicazioni, realizzata attraverso tecniche alternative:

- scavo a cielo aperto
- perforazione orizzontale guidata
- minitrincea.

Le principali componenti di costo considerate, sono legate a:

- incremento del traffico viario;
- impatto ambientale.

Sono stati tralasciati, per mancanza di informazioni e per l'impossibilità di valutare alcuni parametri, il "costo sociale" - cioè quello sopportato dalla collettività e legato alle interferenze tra il cantiere e le attività economiche della zona considerata - e il "costo di rischio" - cioè quello derivante da danni procurati a persone o a cose in relazione all'impiego di una determinata tecnologia esecutiva di scavo. Questi due tipi di costo sono influenzati direttamente dalle dimensioni del cantiere.

Riguardo al costo generato dall'incremento del traffico viario, si precisa che si tratta di quello che scaturisce quando la cantierizzazione per la posa di un sottoservizio occupa in parte o del tutto la piattaforma viaria. Esso può essere considerato, in modo approssimato, come somma dei seguenti elementi:

- costo per il maggiore tempo di percorrenza sopportato dall'utente stradale;
- costo per il maggior consumo di carburante sopportato dall'utente stradale.

Tali elementi possono essere calcolati mediante un modello di calcolo previsionale che si basa sull'influenza che parzializzazioni della carreggiata possono avere sulle portate effettive delle strade (distinguendo strade extra-urbane di grande comunicazione e strade urbane). La metodologia di calcolo analizzata è una basata su considerazioni di carattere geometrico e cinematico. Per l'applicazione del modello si è considerato un'interferenza di tipo parallela e un cantiere situato in una zona semicentrale.

Per ciò che concerne il costo di impatto ambientale, esso quantifica gli effetti negativi dovuti a fenomeni di inquinamento delle risorse quali acqua, aria, suolo e consumo di risorse non rinnovabili mediante l'utilizzo di un'analisi LCA (Life Cycle Assessment). In questa analisi non si considerano gli impatti di tipo visivo o acustico, ma solo quelli di consumo di risorse e di produzione di emissioni legati ai processi e ai prodotti utilizzati. Dai risultati degli inventari sono stati elaborati gli indici di impatto ambientale economi-

co con la metodologia EPS . Essa consiste nell'effettuare un'associazione tra i dati di emissione e consumo di risorse e i vari effetti ambientali (effetto serra, acidificazione, buco dell'ozono ecc.), per poi elaborare un indice unico di impatto che è in pratica una somma pesata dei vari contributi all'impatto ambientale forniti da tutti gli effetti considerati. Questo indice globale è espresso in euro (€).

Il costo di impatto ambientale può essere pertanto considerato come somma dei seguenti elementi:

- costo d'impatto ambientale legato all'utilizzo delle diverse tecnologie di scavo;
- costo d'impatto ambientale legato alle emissioni per incremento del traffico viario.

Tutti i dati sono riferiti ad un'area di cantierizzazione presente in una strada ad alta densità di traffico in una zona semicentrale; si è ipotizzato che la larghezza della carreggiata da ciglio a ciglio misuri circa 11 m, con due corsie per senso di marcia da 2,70 m ciascuna.

Sono inoltre state utilizzate le seguenti ipotesi:

- larghezza del cantiere dello scavo tradizionale (parallelo) pari a 4,80 m dal ciglio della strada (distanza dalla mezzeria 60 cm), per cui il numero di corsie residue in presenza di cantiere è pari a 2;
- larghezza del cantiere della perforazione orizzontale guidata, e minitrincea (parallelo) pari a 1,80 m dal ciglio della strada (distanza dalla mezzeria 3,60 m), per cui il numero di corsie residue in presenza di cantiere è pari a 3 .
- lunghezza dell'intervento pari a 150 m;
- tempo totale di cantierizzazione:
- 7 giorni per scavo tradizionale,
- 3 giorni per perforazione orizzontale guidata e minitrincea ;
- per la portata tipica della strada sono stati utilizzati valori da letteratura .

### Costo del maggior tempo di percorrenza

Per questo tipo di costo, sono stati ottenuti i risultati riportati nella Tabella seguente:

PARAMETRO	DESCRIZIONE	SCAVO TRADIZIONALE	HDD E MINITRINCEA
<b>Q<sub>me</sub></b>	<i>Portata media sulle 24 ore (veicoli/h)</i>	612 - 1.374	612 - 1.374
<b>Q<sub>r</sub></b>	<i>Portata ridotta in presenza di ostacolo per singola corsia (veicoli/h)</i>	445 - 633	543 - 759
<b>N<sub>r</sub></b>	<i>Numero di corsie residue</i>	2	3
<b>T<sub>a</sub></b>	<i>Tempo di attesa in coda (s)</i>	284,3	158,1
<b>t<sub>atr</sub></b>	<i>Tempo di attraversamento (s)</i>	36	36
<b>t<sub>ic</sub></b>	<i>Tempo totale perso per veicolo (s)</i>	320	194
<b>N<sub>v</sub></b>	<i>Totale dei veicoli coinvolti dal cantiere</i>	102.816	44.068
<b>T<sub>i</sub></b>	<i>Tempo totale perso per la durata del cantiere (h)</i>	9.149,5	2.375,8
<b>C<sub>mp</sub></b>	<i>Costo totale associato al tempo perso (€)</i>	24.630	6.400

In sintesi i risparmi conseguiti rispetto allo scavo tradizionale, espressi in termini percentuali sul costo di maggior tempo di percorrenza, per entrambe le tecniche *no-dig*, sono pari al 74%.

### **Costo del maggior consumo di carburante**

Ai valori associati al numero di veicoli e alla perdita di tempo complessiva per maggior tempo di percorrenza si aggiungono i costi del maggior consumo di carburante. Per ciò che concerne i dati di costo per durata unitaria di funzionamento, si è considerata una potenza media del motore pari a 50kW, un consumo medio specifico di 50 g/kWh e un costo indicativo del carburante pari a 0,14 centesimi di €/g (corrispondenti a circa 1,08 €/litro). I risultati complessivi del calcolo, sempre riferiti alla lunghezza totale del cantiere, confermano un analogo risparmio percentuale del 74%, rispetto allo scavo tradizionale, sia per la perforazione orizzontale guidata che per la minitrincea. Sommando i due elementi di costo (legati al maggior tempo di percorrenza e al maggior consumo di carburante), si ottiene quindi un costo globale generato dall'incremento del traffico viario a causa della presenza del cantiere che risulta sempre del 74% inferiore rispetto allo scavo tradizionale.

### **Costo di impatto ambientale legato all'utilizzo delle tecnologie**

Per quanto riguarda il costo di impatto ambientale associato alle tecniche di scavo, i dati raccolti per l'esecuzione dell'analisi sono essenzialmente il consumo di combustibili delle varie macchine usate per l'esecuzione dei lavori e la composizione dei materiali utilizzati; non vengono considerati i costi connessi alla posa dell'infrastruttura in quanto considerata troppo variabile in funzione delle condizioni specifiche di cantierizzazione. A tali informazioni sono associati, tramite l'utilizzo di banche dati, i consumi e le emissioni legate alla produzione dei combustibili e dei vari prodotti (bitumi, collanti, ecc.). I risultati ottenuti portano a stimare una percentuale di risparmio del costo d'impatto ambientale legato all'impiego delle tecnologie *no-dig* pari all'84%, nel caso della perforazione orizzontale guidata, e all'82% per la minitrincea rispetto allo scavo di tipo tradizionale.

Il contributo maggiore all'abbattimento dei costi ambientali è legato soprattutto al consumo complessivo di combustibili fossili, necessari per alimentare i macchinari utilizzati. Nel caso dello scavo tradizionale, tale consumo è superiore di oltre 4 volte rispetto alla tecnica di scavo minitrincea, di oltre 7 volte se raffrontato al consumo ottenuto con la tecnica di perforazione orizzontale guidata.

Per quanto riguarda i consumi energetici, le emissioni in aria e i rilasci in acqua, la tecnica che impatta in misura minore è la perforazione orizzontale guidata, seguita dalla minitrincea.

Occorre sottolineare, da ultimo, che nel metodo EPS utilizzato per la stima dei costi ambientali non sono considerati i rifiuti solidi prodotti. Questo parametro tuttavia è molto importante nel caso degli scavi, per quanto riguarda la terra che viene destinata a discarica. Dai dati di inventario emerge infatti che, per ogni metro di scavo, vengono avviati a discarica oltre 480 kg di terra nel caso dello scavo tradizionale, contro i circa 4 kg dello scavo minitrincea. Questo comporta, inoltre, un consumo aggiuntivo di risorse, legato al prelievo di nuovo materiale (ghiaia, sabbia, oltre che bitume) da utilizzare per il ripristino. Questo ulteriore utilizzo di materie prime viene computato nell'analisi

LCA. Nel caso della perforazione orizzontale guidata e della minitrincea non si hanno invece rifiuti solidi di questo tipo, in quanto con la prima tecnica non si verifica asportazione di terra durante la perforazione, mentre con la seconda il quantitativo asportato è trascurabile.

### **Costo d'impatto ambientale legato all'incremento del traffico viario**

Il calcolo dell'impatto ambientale legato all'incremento del traffico è stato effettuato partendo dai dati relativi al maggior consumo di carburante dei veicoli in coda che variano a seconda della tecnologia di scavo impiegata; l'applicazione a tali quantità di una valutazione LCA, e una successiva monetizzazione mediante metodologia EPS dei risultati ottenuti, ha portato alla quantificazione del costo dell'impatto ambientale attribuibile alle emissioni in aria dovute alla combustione del carburante.

Anche in questo caso, i risultati di costo ottenuti mostrano un risparmio percentuale, rispetto allo scavo tradizionale, del costo d'impatto ambientale pari al 74% per entrambe le tecniche *no-dig*.

L'origine degli impatti e la conseguente stima dei costi è da attribuirsi al maggior tempo di percorrenza in coda dei veicoli ed al conseguente incremento di emissioni legate ai gas di scarico. Due sono i fattori che influenzano tale costo, la riduzione delle corsie e il tempo di cantierizzazione: nello scavo tradizionale si evidenzia il fatto che la strada risulta percorribile solo su una corsia per senso di marcia e la cantierizzazione si protrae per una settimana; per quanto riguarda le altre tecniche le corsie si riducono a tre, ma nel caso della perforazione orizzontale guidata e della minitrincea il tempo di cantierizzazione è di 3 giorni.

Sommando i due elementi di costo ambientale calcolati, si ottiene il *costo d'impatto ambientale* totale, per un risparmio percentuale pari al 75%, nel caso della perforazione orizzontale guidata, e al 74% per la minitrincea.

## **4.4 L'IMPIEGO DELLE TECNOLOGIE NO-DIG PER LA STABILIZZAZIONE DEI VERSANTI FRANOSI**

La progettazione e l'esecuzione degli interventi di stabilizzazione dei pendii in frana rappresentano problematiche tra le più complicate che l'ingegnere geotecnico si possa trovare ad affrontare. Infatti, l'estrema variabilità delle condizioni, le incertezze circa la geometria del problema, il cinematisimo del movimento (talvolta solo potenziale) e la definizione dei parametri geomeccanici residui sulla superficie di scivolamento (anch'essa a volte solo potenziale), possono rendere estremamente difficoltosa la valutazione di approccio e risoluzione al problema.

Le principali filosofie di intervento per il consolidamento dei pendii si possono ricondurre alle seguenti quattro famiglie:

- opere strutturali;
- opere drenanti;
- riprofilatura superficiale con spostamenti di masse;
- miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni, utilizzate anche in modo tra loro combinato.

La profondità della superficie di scorrimento e l'entità delle masse in gioco rappresentano senz'altro un elemento fortemente discriminante per l'orientamento delle scelte pro-

gettuali ed esecutive, in considerazione delle varie possibilità d'intervento disponibili. È evidente che non esiste una metodologia universalmente applicabile per prevenire e correggere i movimenti franosi, come pure non esiste un criterio per definire in modo univoco quale sia il sistema da utilizzare per ogni situazione.

Storicamente le opere di tipo strutturale e di riprofilatura rappresentano le tecniche più frequentemente utilizzate per la stabilizzazione di pendii instabili. Talvolta risulta necessario integrare tali interventi con altri tra quelli sopra indicati, in funzione dell'effettiva dimensione e natura del fenomeno franoso.

I sistemi di drenaggio sono tra i più efficaci poiché intervengono con un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

### **Sistemi tradizionali di drenaggio dei terreni**

Il successo delle tecniche d'intervento di stabilizzazione dei pendii mediante drenaggio è dovuto, in primo luogo, al fatto che si mette il pendio nelle condizioni di trovare al proprio interno, l'incremento (o parte dell'incremento) delle forze stabilizzanti necessarie alla stabilità.

I sistemi di drenaggio tradizionalmente utilizzati sono:

- le trincee drenanti superficiali e profonde;
- i micro dreni;
- i pozzi drenanti (dal piccolo, al medio, al grande diametro);
- le gallerie drenanti.

Le **trincee drenanti** superficiali possono essere di tipo tradizionale o attrezzate con geocompositi. Le prime consistono in scavi continui riempiti con materiale drenante di adeguata permeabilità. Le seconde, anch'esse a scavo continuo, hanno come componente drenante uno speciale elemento prefabbricato in geocomposito.

Le trincee superficiali vengono generalmente adottate quando il movimento franoso presenta superfici di scivolamento poco profonde.

Le **trincee drenanti profonde** sono scavi continui a sezione ristretta, riempiti con materiale drenante adeguato alla funzione di filtro; il materiale drenante può essere (o non) contenuto all'interno di teli in geotessile aventi la funzione di filtro primario.

Un corretto progetto della geometria della trincea (con particolare riferimento alle pendenze della sua base), associato alla continuità del materiale drenante lungo tutta la trincea, consente il convogliamento naturale delle acque drenate verso valle.

Le trincee drenanti profonde sono generalmente sprovviste di tubazione di fondo; questa viene invece normalmente inserita nella parte terminale di valle, dove la profondità della trincea si riduce fino a "cielo aperto".

Le trincee normalmente vengono ubicate con uno o più bracci primari disposti secondo le linee di massima pendenza e numerosi bracci secondari, collegati a quelli primari e disposti a spina di pesce. La profondità è di norma proporzionata allo spessore della coltre in frana.

Gli interventi con **microdreni** trovano vasta applicazione per la stabilizzazione di pendii in frana, soprattutto grazie alla semplicità di costruzione ed ai costi contenuti. Si realizzano perforazioni di piccolo diametro, da postazioni di superficie, da trincee, da pozzi o da gallerie, che possono essere variamente orientate, da sub-orizzontali a sub-verticali, a seconda dell'applicazione.

Nell'esecuzione dei fori vengono impiegati gli utensili classici di perforazione, in

relazione al tipo di terreno da attraversare. Nella maggior parte dei casi pratici è necessario il rivestimento provvisorio del foro, allo scopo di evitarne il franamento che impedirebbe la posa in opera del tubo drenante. La funzione drenante è affidata a tubi in materiale plastico (generalmente PVC) o in acciaio, opportunamente "finestrati" per convogliare l'acqua all'interno del tubo stesso.

La tecnica dei **pozzi drenanti** consiste nel realizzare una serie di pozzi allineati, posti ad interasse di 6-10 m e collegati tra loro alla base da una condotta di fondo per lo scarico delle acque drenate. Le dimensioni dei pozzi, per medi diametri, sono pari a 1,5-2 m.

L'elemento caratterizzante della tecnologia è la possibilità di scarico a gravità delle acque drenate dai pozzi, ottenuta mediante perforazioni realizzate al fondo dei pozzi. Per pozzi di grande diametro si intendono, invece, cavità cilindriche realizzate nel terreno ed aventi un diametro compreso fra i 5 m e i 15 m e caratterizzati dalla possibilità di accesso di persone e mezzi in fase costruttiva ed in fase di esercizio. Grazie alle loro generose dimensioni, questi pozzi possono rappresentare elementi con funzione sia strutturale sia drenante, in quest'ultimo caso costituendo il mezzo d'opera per la realizzazione di drenaggi.

Le **gallerie drenanti** costituiscono uno dei possibili provvedimenti per la stabilizzazione di movimenti franosi estesi e molto profondi. Esse sono di norma realizzate all'interno del substrato stabile e la funzione drenante è affidata a microdreni realizzati dall'interno.

### **Sistemi innovativi di drenaggio dei terreni con utilizzo di tecnologie no-dig**

L'utilizzo di tecnologie di recente sviluppo, messe a punto per la posa in opera di tubazioni senza esecuzione di scavi a cielo aperto, ha aperto nuove frontiere nella progettazione e realizzazione dei sistemi drenanti necessari per la stabilizzazione dei pendii. Le tecnologie *no-dig* più utilizzate per tali finalità, sono l'Horizontal Directional Drilling (HDD) e il Microtunnelling.

### **MICRODRENI POSATI IN OPERA MEDIANTE TECNOLOGIA HDD**

L'impiego della tecnologia HDD per la realizzazione di sistemi drenanti, è particolarmente adatta nel caso di microdreni di lunghezze fuori dall'ordinario o di particolare criticità.

L'applicazione dell'HDD al consolidamento dei terreni presenta alcune differenze rispetto all'applicazione classica:

- i diametri dei tubi da installare per il drenaggio (e quindi delle perforazioni) sono contenuti, per cui non è generalmente necessaria la fase di alesatura del foro, ma solamente l'installazione di un eventuale rivestimento interno provvisorio dello stesso, se ritenuto necessario;
- spesso le perforazioni realizzate non fuoriescono in superficie al punto di arrivo, ma restano cieche, ovvero si arrestano nel terreno a determinate profondità.

Nel caso specifico dei microdreni, il tubo drenante è di norma in HDPE oppure in acciaio, continuo o realizzato con barre tra loro giuntate. Esso può essere installato con modalità diverse, in funzione delle caratteristiche dei terreni: a foro nudo, dopo l'estrazione delle aste di perforazione, o all'interno di un rivestimento provvisorio del foro, inserito in avanzamento della perforazione con il sistema acqua/bentonite all'esterno delle aste di perforazione, poi recuperate per consentire l'inserimento del tubo.

La localizzazione in tempo reale dell'utensile nel terreno durante l'avanzamento della perforazione (e quindi la misura della posizione e la determinazione della traiettoria percorsa) viene effettuata mediante idonei sistemi di guida e controllo remoto, e permettere, in qualsiasi momento, di effettuare deviazioni dall'asse rettilineo di perforazione o di ottenere l'andamento curvilineo desiderato (andamento che, nelle perforazioni convenzionali, è generalmente rettilineo).

## **CASE HISTORY**

Un esempio d'applicazione dell'HDD al drenaggio di un pendio mediante microdreni è rappresentato dall'intervento effettuato sulla frana di Montaldo di Cosola, in Comune di Cabella Ligure (AL).

Il movimento franoso era piuttosto esteso, con una superficie di scivolamento a oltre 30 m di profondità. Lo schema d'intervento prevedeva la realizzazione all'interno del pendio, a partire dalla superficie, di microdreni con lunghezze talmente spinte che, se non fossero stati realizzati con la tecnica HDD, a causa delle inevitabili deviazioni delle perforazioni dal loro asse teorico, non si sarebbero potute garantire le geometrie di progetto.

Sono stati eseguiti complessivamente 23 dreni con perforazioni cieche, di lunghezze comprese tra 110 m e 140 m, con diametro del foro di 130 mm e diametro del tubo drenante in HDPE di 75 mm. Le perforazioni guidate sono state realizzate all'interno di calcari marnosi alternati a detriti calcarei in matrice limoso-sabbiosa, partendo dalla parte più depressa del versante e arrivando sotto al centro abitato alla profondità di circa 20 m. Completata la perforazione, il foro è stato provvisoriamente rivestito, per consentire un agevole inserimento del tubo drenante, una volta sfilata la batteria di aste.

Dopo la messa in esercizio del sistema di drenaggio, le misure dei livelli piezometrici all'interno del pendio hanno messo in evidenza come, in presenza di eventi meteorici di un certo rilievo, l'incremento delle pressioni interstiziali si limiti alla manifestazione di picchi, con rapida dissipazione delle pressioni, conseguendo pertanto l'attenuazione degli effetti negativi dovuti all'incremento delle pressioni interstiziali sulle condizioni di stabilità.

## **COLLEGAMENTO TRA POZZI DRENANTI MEDIANTE TECNOLOGIA HDD**

La tecnologia HDD si può applicare anche per la realizzazione delle condotte di fondo dei pozzi drenanti. Infatti per realizzare lo scarico di fondo della serie di pozzi drenanti, in alternativa alle perforazioni eseguite con mini-sonde dal fondo dei pozzi stessi, è possibile eseguire una perforazione guidata dalla superficie, intercettando, alla quota stabilita di progetto, tutti i pozzi di uno stesso allineamento.

Nella seguenti figure sono illustrati, a titolo esemplificativo, degli schemi di realizzazione delle condotte di fondo con 1) perforazione per un allineamento di pozzi drenanti lungo la linea di massima pendenza, e con 2) perforazione per un allineamento dei pozzi drenanti sub-parallelo alle curve di livello.

Nel primo caso la perforazione viene realizzata a partire da valle, impostando il foro in corrispondenza del punto di scarico finale. Essa viene guidata per assumere un andamento sub-orizzontale, con la pendenza prevista in progetto, fino a raggiungere il primo pozzo e poi, da questo, intercettando tutti i pozzi intermedi, fino a raggiungere l'ultimo pozzo dell'allineamento.

Nel secondo caso, la perforazione viene realizzata impostando il foro ad una opportuna distanza dal primo pozzo dell'allineamento, dalla superficie. Nella sua parte iniziale, la perforazione (che in questo tratto sarà "a vuoto") viene guidata per assumere un andamento curvilineo e concavità verso l'alto (raggio di curvatura  $\geq 150$  m), fino a raggiungere la quota di progetto della condotta di fondo in corrispondenza del primo pozzo dell'allineamento. Anche qui, da questo punto in poi, la perforazione viene mantenuta ad andamento sub-orizzontale con la pendenza di progetto, fino a raggiungere l'ultimo pozzo dell'allineamento, dopo aver intercettato tutti i pozzi intermedi.

## **GALLERIE DRENANTI REALIZZATE MEDIANTE L'UTILIZZO DEL MICROTUNNELLING**

La tecnologia del *Microtunnelling* si può applicare, in alternativa alle tecniche convenzionali, per la realizzazione di gallerie drenanti di diametro da 250 mm a 3.500 mm. In casi particolari si sono installate tubazioni aventi diametri addirittura superiori. La lunghezza massima di spinta può variare da 50 m a 1.500 m, e cresce all'aumentare del diametro di perforazione.

Tali interventi sono di norma realizzati all'interno del substrato stabile.

La perforazione, di norma, avviene secondo tracciati rettilinei con pendenze massime della livelletta pari al 30% in salita e 10% in discesa e pendenze minime vicine allo 0.1%. Si possono, comunque realizzare anche gallerie con tracciati ad andamento planimetrico e altimetrico curvilinei, a debole curvatura, sfruttando la deformabilità del giunto dei tubi costituenti la condotta.

Le principali parti componenti il sistema sono:

- il microtunneller, che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante, la quale disgrega il materiale durante l'avanzamento;
- i cilindri di spinta e la centrale oleodinamica;
- l'anello di tenuta installato sulla parete di attacco;
- gli anelli di rivestimento interno del tunnel (tubi di spinta), che vengono inseriti nel foro in corso di esecuzione a partire dal pozzo di spinta e, da qui, spinti solidalmente con il microtunneller man mano che la perforazione avanza (tecnica spingitubo); di norma si utilizzano tubi in calcestruzzo armato o in acciaio, dotati di apposite guarnizioni di tenuta;
- il sistema di controllo laser, costituito da una sorgente e da un bersaglio;
- il sistema di smaltimento, costituito da una tubazione di alimentazione del fluido di perforazione e dalla relativa pompa che viene fatta affluire verso la testa fresante, e dal tubo con la relativa pompa per l'allontanamento verso l'esterno del fango contenente, in sospensione, i detriti dello scavo;
- l'impianto di trattamento dei fanghi che separa i detriti dal fango e rigenera il fluido di perforazione da re- inviato allo scavo fresante.

I due pozzi, uno di spinta ed uno di arrivo, vengono predisposti ad una profondità pari a quella della galleria da realizzare da progetto. La penetrazione dell'attrezzatura all'interno del terreno avviene a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti, i quali, contrastando sul muro di spinta, agiscono sugli anelli di rivestimento installati, che avanzano con l'avanzare del fronte di scavo; ulteriori anelli vengono man mano aggiunti in coda al microtunneller, per trasmettere a questo la spinta e con esso penetrare nel terreno a rivestire il foro realizzato.

Durante la perforazione, il materiale di scavo entra all'interno dello scudo fresante,

dove viene disgregato e frantumato fino a dimensioni tali da poter essere pompato all'esterno in sospensione nel fluido di perforazione, dove l'unità di trattamento fanghi provvede a rigenerarlo.

Il sistema è guidato da una cabina di comando posta in superficie, nelle immediate vicinanze del pozzo, dalla quale l'operatore è in grado, tramite i monitor e il pannello di controllo ivi ubicati, di controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato. La localizzazione in tempo reale, sui monitor in cabina di comando, della posizione della testa fresante consente il controllo attivo della traiettoria, ovvero la possibilità di correggere la direzione di avanzamento del microtunnel in modo da mantenerlo aderente alla traiettoria preassegnata.

Completa il sistema una serie di microdreni collegati alla galleria e realizzati, dall'interno della stessa, con le tecniche sopra descritte.

## **4.5 APPLICAZIONI DELLE INDAGINI GEOFISICHE PER IL RECUPERO STATICO E LA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI**

Le tecniche geofisiche, un tempo utilizzate quasi esclusivamente per il monitoraggio e lo studio dei terreni, negli ultimi decenni hanno assunto un ruolo importante per l'indagine conoscitiva e diagnostica nei campi dell'ingegneria civile e dell'architettura.

Per il monitoraggio delle strutture civili, accanto alle metodologie di indagine più tradizionali, sono state introdotte tecniche diagnostiche non distruttive quali il Georadar e le tecnologie Geoelettriche.

Il loro valore aggiunto è sicuramente quello di poter monitorare ed investigare velocemente ampie superfici, raggiungendo anche aree altrimenti inaccessibili.

Poiché assolutamente non distruttive e con elevate probabilità di successo, in considerazione anche del notevole contrasto elettromagnetico fra i diversi elementi e materiali utilizzati nelle costruzioni, le tecniche geofisiche presentano dei vantaggi anche rispetto a metodologie mini-invasive che comunque forniscono informazioni esclusivamente puntuali e localizzate, quali ad esempio videoscopie, micro-carotaggi etc.

I principali vantaggi che si ottengono utilizzando queste tecniche geofisiche, sono:

- rapidità di esecuzione anche su superfici estese e poco accessibili;
- ripetibilità nel tempo;
- non invasività sulle strutture oggetto di indagine.

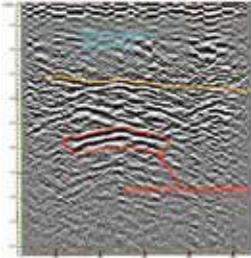
Alla luce delle attuali urgenti necessità di riqualificazione e consolidamento del patrimonio edilizio nazionale (sia dal versante energetico che funzionale e statico), queste indagini assumono una importanza particolare e si configurano come strumenti tra i più promettenti per la ricognizione dello stato conservativo degli edifici, necessaria premessa all'intervento di riqualificazione.

### **Un caso esemplificativo: analisi dello stato conservativo e statico di un edificio storico**

Numerosi sono ormai gli esempi di prospezioni geofisiche operate su edifici, al fine di valutarne in maniera indiretta e non distruttiva, stato di conservazione e stabilità strutturale. Di seguito verrà descritto un esempio di applicazione integrata di tali tecnologie in un edificio storico rinascimentale di Roma (Palazzo Farnese). A seconda delle esigenze

e delle differenti finalità dell'indagine, sono state utilizzate alternativamente e, in alcuni casi, in parallelo le due differenti tecniche sopra citate, in modo da sfruttarne al meglio le rispettive potenzialità.

## STUDIO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE E DEL SOTTOFONDO



Sezione radar della pavimentazione al piano terra; in rosso le cavità, in giallo il passaggio tra materiali diversi ed in azzurro l'area instabile

L'indagine è stata eseguita mediante strumentazione Georadar in configurazione multicanale e multifrequenza (200 600 MHz), sulla pavimentazione al piano terra dell'edificio ed ha consentito di localizzare delle cavità non mappate nelle planimetrie ufficiali. Inoltre, è stato possibile rilevare lo stato di conservazione al di sotto della pavimentazione interna, individuando delle aree a maggiore attenuazione, caratteristiche di un sottofondo instabile ed il passaggio fra differenti materiali. La possibilità di verificare la presenza di strutture nascoste e zone di umidità, nonché valutare consistenza e natura delle murature e pavimentazioni, risulta di fondamentale importanza nella scelta delle tecniche di recupero di un bene architettonico.

## VERIFICA PRESENZA DI CATENE E TIRANTI NELLE PAVIMENTAZIONI

L'indagine è stata eseguita mediante strumentazione Georadar in configurazione multicanale e multifrequenza (200 600 MHz) ed una di frequenza pari a 1.600 MHz. Le acquisizioni sono state effettuate tramite l'esecuzione di scansioni longitudinali parallele tra loro e, ove possibile, scansioni trasversali ortogonali alle prime, in modo da coprire tutta l'area.

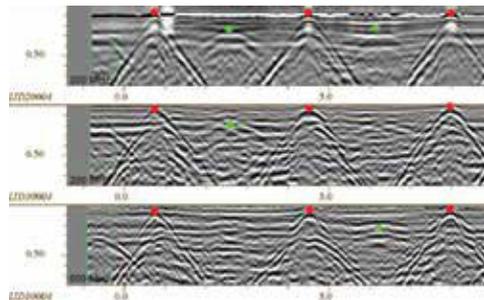
L'indagine ha permesso di rilevare strutture metalliche lineari (molto riflettenti dal punto di vista elettromagnetico) interne alla pavimentazione e parallele tra loro; il loro posizionamento è risultato essere in perfetta corrispondenza delle chiavi in ferro visibili nella parete esterna dell'edificio.

Le sezioni radar, unite in questo caso alla visualizzazione tomografica, ha permesso di mettere in evidenza la presenza di strutture lineari non metalliche, intermedie rispetto alle precedenti che, per la loro bassa riflettività, potrebbero indicare la presenza di travi in legno presenti al di sotto del solaio.

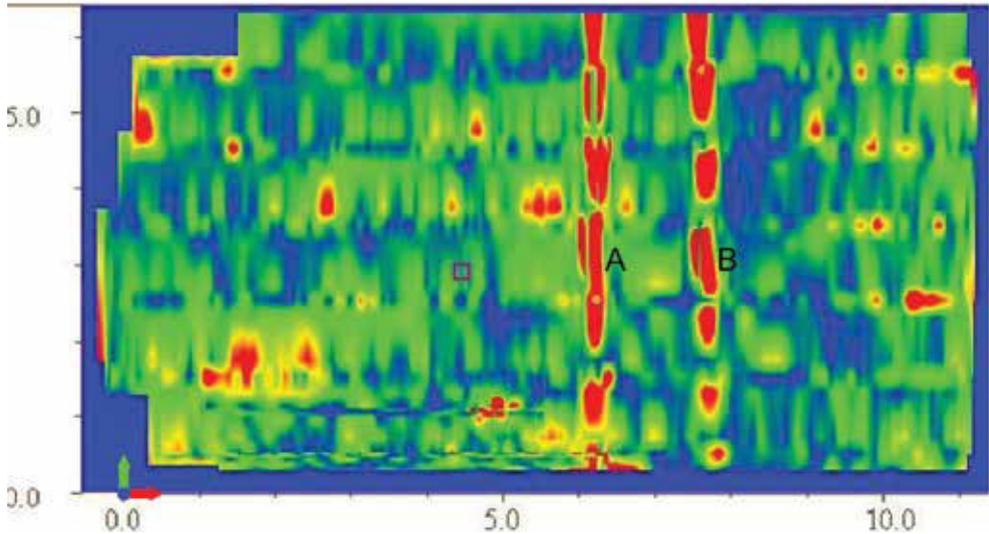


Fase di acquisizione dati radar attraverso scansioni longitudinali e trasversali della pavimentazione

Sezioni radar a diverse modulazioni di frequenza  
In rosso le strutture metalliche, in verde le possibili travi in legno



L'elaborazione del modello tridimensionale mediante la visualizzazione di sezioni tomografiche (visioni planimetriche del sottosuolo per differenti fasce di profondità), ha permesso un'immediata e chiara visualizzazione della geometria delle strutture interne al solaio.

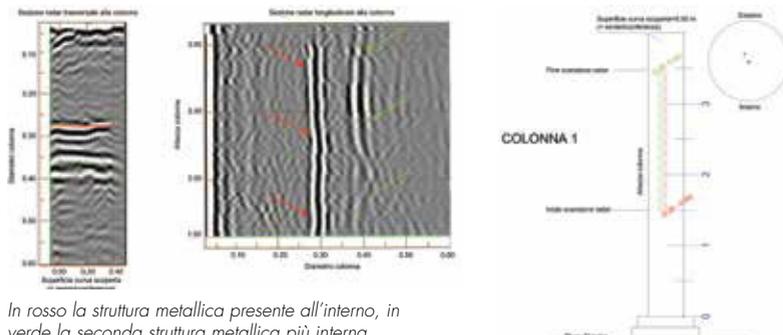


Tomografie radar a 20 cm di profondità. In rosso l'andamento dei principali elementi metallici di ancoraggio interni al solaio

## VERIFICA PRESENZA DI PERNI DI COLLEGAMENTO TRA LE COLONNE DELLE VOLTE E PULVINI

L'indagine è stata eseguita mediante strumentazione Georadar di frequenza pari a 1.600 MHz. La possibilità di utilizzare antenne georadar di ridotte dimensioni permette di eseguire rilievi anche su pareti, volte e colonne presenti all'interno dell'edificio.

Le prospezioni eseguite nelle colonne sono state effettuate attraverso scansioni trasversali e longitudinali all'asse delle colonne stesse. Nelle prime, la superficie di scorrimento dell'antenna è rappresentata dalla superficie curva della colonna. Nelle sezioni longitudinali la superficie di scorrimento dell'antenna è rappresentata dall'asse della colonna. Dalle indagini eseguite è stato possibile delineare la presenza di una struttura metallica posizionata al centro di ognuna delle colonne, corrispondente all'incirca con l'asse delle colonne stesse e presente in modo continuo per tutta l'altezza indagata. Si è potuto rilevare, inoltre, un'altra probabile struttura metallica parallela alla precedente e leggermente spostata verso l'esterno di 8-10cm.



In rosso la struttura metallica presente all'interno, in verde la seconda struttura metallica più interna

Ricostruzione degli elementi metallici di ancoraggio presenti all'interno delle colonne

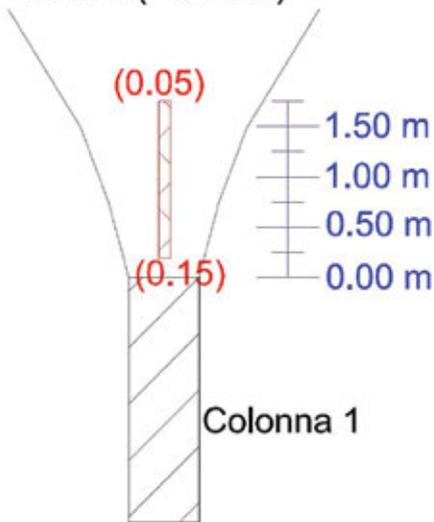
## VERIFICA PRESENZA DI CATENE E TIRANTI NELLE VOLTE DEL SOFFITTO

L'indagine è stata eseguita mediante strumentazione Georadar di frequenza pari a 1.600 MHz. Le prospezioni eseguite nelle volte soprastanti le colonne sono state effettuate attraverso scansioni trasversali intervallate di 25 50 cm. In tutti i casi è stata segnalata la presenza di una struttura metallica con profondità di 10 15 cm alla base delle volte, in diminuzione fino a 5 cm procedendo verso l'alto.

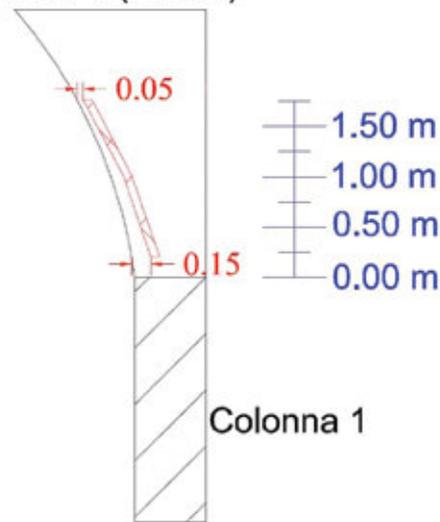
In un caso, è stata rilevata, ad un'altezza di 1 m rispetto alla base della volta, un'ulteriore probabile struttura metallica divergente rispetto alle precedenti e a profondità di 5 cm rispetto alla volta stessa.



Volta 1 (Frontale)



Volta 1 (Profilo)



*Acquisizione dati radar attraverso scansioni trasversali alle volte*

## VERIFICA DELLA GEOMETRIA E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE STRUTTURE FONDALI

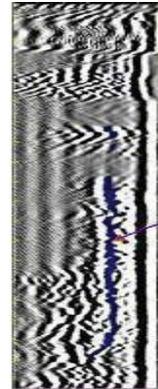
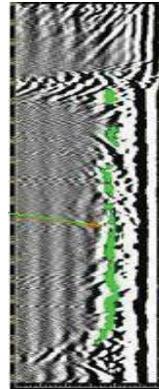
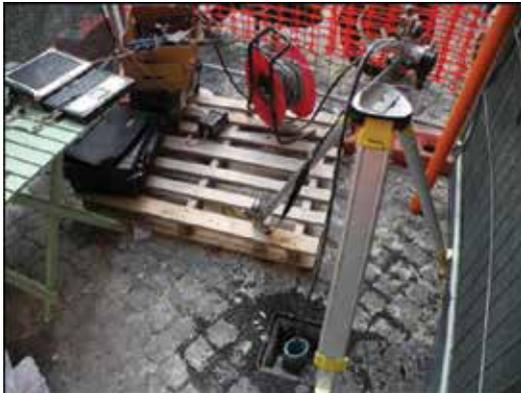
L'indagine è stata eseguita mediante una strumentazione Georadar particolare, di frequenza pari a 150 MHz, che permette di indagare strutture a maggiori profondità, nei casi in cui non è possibile operare con le antenne radar tradizionali, intervenendo lungo fori pilota appositamente realizzati. La sua applicazione più comune è il monito-

raggio dei fronti di scavo dei tunnel ma, in ambito ingegneristico, è stata sviluppata per effettuare controlli strutturali attraverso:

- la ricerca ed il monitoraggio di fratture ed anomalie nascoste in strutture edili specifiche;
- il controllo ed il collaudo di strutture di fondazione come pali e paratie;
- il monitoraggio su strutture in calcestruzzo e cemento armato con riferimento anche allo stato di fratturazione e alla porosità delle varie miscele impiegate.

Per indagare la geometria e lo stato di conservazione delle strutture fondali sono stati eseguiti alcuni fori adiacenti alle strutture fondali dell'edificio. In tal modo è stato possibile definire i parametri geometrici delle strutture quali la continuità, la lunghezza e la profondità, nonché rilevare lo stato di conservazione delle strutture stesse, attraverso l'individuazione di zone di fratturazione più o meno pronunciate.

I vantaggi di un tale approccio sono, chiaramente, la possibilità di ottenere informazioni in profondità ma operando in semplici fori adiacenti a strutture fondali quali palificate o plinti senza la necessità di dover realizzare dispendiosi e rischiosi scavi.



Pali di  
fondazione

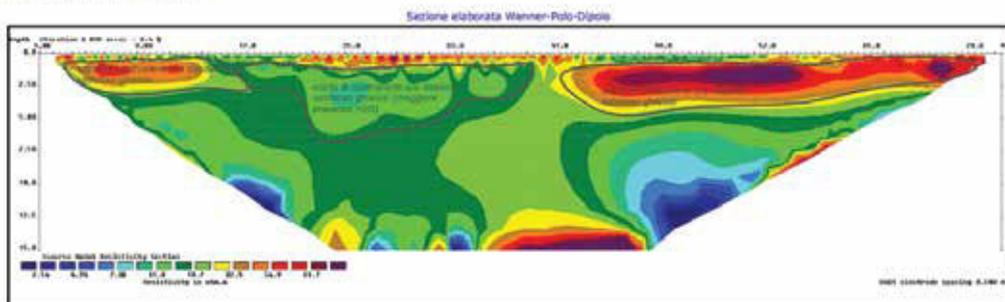
*Strumentazione georadar da foro e sezioni georadar acquisite in fori adiacenti a strutture fondali*

Successivamente si è proceduto all'esecuzione di un'indagine geoelettrica in tecnica tomografica. Lo stendimento di elettrodi è stato realizzato a ridosso dell'edificio, in modo da ottenere informazioni il più possibile attendibili rispetto al sottofondo di interesse.

L'indagine ha evidenziato, nel tratto centrale dell'edificio, una zona superficiale caratterizzata da bassi valori di resistività, tipica di zone instabili e soggette a cedimenti. L'interpretazione dei dati ha permesso di ipotizzare che tale fenomeno fosse legato ad una maggior presenza di umidità.

Mediante l'interpolazione con i dati provenienti dal georadar, che segnalavano la presenza di una tubatura, si è proceduto ad effettuare uno scavo mirato nella zona di interesse. La messa a giorno della tubatura, ne ha evidenziato la natura di condotta fognaria e il suo elevato grado di danneggiamento che aveva provocato l'imbibizione dei terreni circostanti.

Tavola 3 : sezione elaborata



Sezione di tomografia elettrica effettuata a ridosso dell'edificio

## 4.6 SOSTENIBILITÀ DERIVANTE DALL'IMPIEGO DELLE TECNICHE NO-DIG: FOCUS SULLA TRASFORMAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO E DELLA ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

Il processo di industrializzazione ed automazione che connota l'innovazione tecnologica nei campi infrastrutturale ed impiantistico è particolarmente evidente nel caso delle tecniche *no-dig* che, come abbiamo visto, comportano l'automazione completa o semi completa delle fasi di scavo.

Con l'impiego di queste tecnologie il processo costruttivo si semplifica e si professionalizza in modo particolarmente evidente, essendo ridotto all'utilizzo di macchine complesse, che effettuano, in serie, tutte le fasi operative di scavo, posa ed eventuale ripristino superficiale.

La sostenibilità economica, ambientale e sociale di queste tecniche è evidente, e ne abbiamo accennato brevemente all'inizio del paragrafo, ma vale la pena, su questo fronte, di soffermarsi in modo più diffuso, prendendo in considerazione singolarmente le tre variabili della sostenibilità in relazione alle tecniche più diffuse già trattate (*HDD*, *microtunnelling* e minitrincea), per poi approfondire, in particolare, la componente sociale, e all'interno di essa, le trasformazioni del processo produttivo e delle mansioni lavorative, ed i relativi risvolti sulla migliorata qualità del lavoro.

### Vantaggi economici

Lo sviluppo e/o l'adeguamento delle infrastrutture atte alla fornitura dei servizi sono determinanti per delineare gli standard di vita nelle nostre città e per attrarre investimenti, anche esteri. Presuppongono, tuttavia, l'impegno di significative risorse finanziarie che, in questo momento, sono difficilmente reperibili nel nostro Paese.

In ambito europeo, sono già state avviate politiche di impiego di tecnologie innovative più economiche ed ugualmente affidabili da un punto di vista qualitativo, di quelle tradizionali. Ci riferiamo in particolare alle tecnologie *no-dig* su cui, negli ultimi anni, si è concentrata l'attenzione soprattutto per il loro basso impatto sull'ambiente e per la versatilità del loro impiego in tutti i settori legati alla fornitura dei servizi.

Questi elementi hanno fatto sì che, oggi, soprattutto nel settore privato, queste tecnologie rappresentino la prima scelta dei progettisti tra le tecniche a disposizione.

Da questo punto di vista, l'Italia non è tra i Paesi più virtuosi, seppur di recente, diver-

se azioni di governo sono state avviate per agevolare l'impiego di alcune di queste tecnologie. Per esempio, nel comparto delle TLC, entro settembre 2013, è prevista la pubblicazione, a cura del MiSE e del MIT, di un *Regolamento* per la disciplina dell'impiego delle perforazioni orizzontali e della minitrinca.

La motivazione principale che ha dettato queste azioni, così come l'emanazione del precedente *Decreto Crescita 2.0.*, è il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda Digitale con *dead line* al 2020. L'importanza di intensificare l'impiego delle tecnologie *no-dig*, sta nel fatto che per realizzare gli impianti in fibra ottica, si stima che circa il 60% dei costi è legato alla posa delle infrastrutture (opere civili). Le tecnologie *no-dig* consentono di ridurre questi costi di circa il 30%.

Per rafforzare il ruolo delle tecnologie *no-dig* in Italia, l'associazione IATT sta predisponendo, d'intesa con UNI (Ente di standardizzazione italiano) le *Prassi di Riferimento* delle varie tecnologie, i profili professionali coinvolti, i programmi di formazione per operatori macchine complesse.

Si stima che, per lo sviluppo delle infrastrutture digitali, entro il 2015, si creeranno in Europa, circa 900 mila posti di lavoro per figure professionali con competenze specifiche, "*digitali ed informatiche*", che al momento non esistono. Ci sono dunque ampi spazi da colmare, anche in Italia, a partire dalla professionalizzazione delle risorse delle Imprese che posano infrastrutture.

Anche il settore idrico e fognario ha necessità di nuove infrastrutture per l'ammodernamento della rete esistente. Si stima un fabbisogno di investimenti pari ad oltre 65,15 miliardi di euro (circa 2,17 miliardi di euro l'anno) per un impegno temporale di 30 anni. Anche in questo settore, l'impiego di tecnologie più economiche, permetterebbe economie di scala tali da incentivare gli investimenti, anche attraverso strumenti finanziari quali i fondi rotativi e *hydrobonds*, o altri previsti dal programma strategico "*Europa 2020*".

Dal punto di vista strettamente tecnologico, legato alle fasi lavorative, i vantaggi economici dell'introduzione delle tecniche *no-dig* derivano principalmente dalla riduzione e dalla certezza dei tempi di esecuzione dei lavori, dalla estrema riduzione del fronte di scavo e degli approntamenti di cantiere necessari, dal minor costo di percorrenza dei mezzi pubblici e privati che transitano nei pressi del cantiere. Tutti risparmi che compensano abbondantemente l'ammortamento degli investimenti iniziali effettuati da parte dell'azienda (macchinari complessi e specializzazione dei lavoratori) e la spesa conseguente alla necessità di effettuare indagini preventive accurate sullo stato del sottosuolo (Georadar o geoelettriche).

In particolare la riduzione del fronte di scavo è il parametro più rilevante, considerando che, nel caso della perforazione orizzontale guidata, lo scavo a cielo aperto non esiste, essendo limitato all'ingresso e all'uscita delle tubazioni, dove stazionano le macchine di scavo automatizzato, mentre nel caso della minitrinca le ridottissime dimensioni dello scavo comportano un risparmio relevantissimo, rispetto allo scavo tradizionale. Inoltre, il minor costo di percorrenza dei mezzi pubblici e privati che transitano nei pressi del cantiere, derivante dal risparmio del carburante e dei tempi di percorrenza, è stato stimato, in percentuale, pari al -74% rispetto al cantiere tradizionale.

## Vantaggi ambientali

Dal punto di vista ambientale i vantaggi sono ancora più marcati, e sono tutti conseguenti alla eliminazione, o estrema riduzione, del fronte di scavo a cielo aperto:

- ridottissima presenza di materiale di scarto da smaltire e di materiale nuovo per il ripristino (solo ingresso ed uscita macchina per *HDD* e microtunnelling, stime di un -90% per la minitrincea rispetto allo scavo tradizionale);
- minori emissioni di sostanze nocive in fase di produzione per uso di materiali (bitumi, collanti, ecc) e soprattutto di energia necessaria durante la fase produttiva, particolarmente per l'impiego di macchine (carburante ed emissioni associate; stima -86% per *HDD*/microtunnelling e -75% per minitrincea);
- emissioni molto minori derivanti dalla riduzione dei tempi di percorrenza del traffico veicolare circostante (stima -75% per *HDD*/microtunnelling e -74% per minitrincea).

Una stima complessiva degli impatti ambientali associati alle tecniche *HDD*/microtunnelling e minitrincea porta a riduzioni, rispettivamente, dell'84% e dell'82%.

A questi aspetti sono da aggiungere quelli connessi all'efficienza energetica rappresentata dalle tecnologie *no-dig* nella tabella seguente viene espressa, in consumi di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) tale caratteristica confrontando lo scavo tradizionale, la perforazione orizzontale guidata, la minitrincea nella realizzazione di un impianto di un km di lunghezza:

RIFERIMENTO 1 KM DI SCAVO	TECNOLOGIA	CONSUMO (TEP)
TRADIZIONALE	SCAVO TRADIZIONALE	2,176
INNOVATIVA	MINITRINCEA CLASSICA	0,801
	MINITRINCEA RIDOTTA	0,679
	DIRECTIONAL DRILLING	1,010

Questi valori si traducono poi in Titoli di Efficienza Energetica (TEE o Certificati Bianchi), che possono essere scambiati nel settore energetico.

## Vantaggi sociali

I costi sociali delle operazioni di scavo a cielo aperto sono rilevanti: da quelli sopportati dalla collettività per l'approntamento di cantieri di grandi dimensioni aperti per lungo tempo, a quelli che gravano sui lavoratori (ed ancora, indirettamente, sulla collettività) per gli elevati rischi di incidenti/infortuni che possono verificarsi in questa tipologia di lavori, fino ai costi legati al probabile ricorso a manodopera scarsamente qualificata, associato spesso ai lavori "a basso contenuto tecnologico ed elevata intensità di manodopera".

Per contro, l'impiego delle tecniche *no-dig* comporta la quasi totale eliminazione di tutti questi costi sociali:

- per la drastica riduzione del fronte di scavo e del cantiere a cielo aperto, che elimina la fonte dei disagi collettivi;
- per la forte riduzione dei rischi di incidenti/infortuni che possono verificarsi nel cantiere, dove l'unico rischio residuo rimane quello derivante dal corretto uso delle mac-

chine, che può essere minimizzato con una specifica formazione professionale degli operatori;

- per la eliminazione dell'impiego di manodopera scarsamente qualificata, essendo questi lavori "ad elevato contenuto tecnologico ed altamente specializzati".

Al bilancio, totalmente positivo, che possiamo trarre dal confronto tra l'impatto delle tecniche *no-dig* rispetto allo scavo tradizionale, dobbiamo poi aggiungere una considerazione di carattere più generale, riguardante l'effetto positivo generato sul sistema economico, e su quello delle costruzioni in particolare, derivante dalla industrializzazione del processo produttivo, dalla strutturazione e qualificazione delle imprese coinvolte, dalla specializzazione degli operai, dalla opportunità di sviluppo di una filiera di produzione delle macchine di scavo, che in Italia ha un suo distretto produttivo rilevante nel corridoio adriatico tra Emilia Romagna e Marche, ma che fatica a competere nel contesto internazionale.

### **Trasformazione delle fasi produttive e dell'organizzazione del lavoro**

Se passiamo ad analizzare le fasi produttive in cantiere, confrontando sempre lo scavo a cielo aperto con le tecniche di perforazione orizzontale guidata, di microtunnelling e della minitrinca, ci rendiamo conto della estrema semplificazione del processo produttivo, che si riconduce, nei casi innovativi, alla predisposizione del cantiere e all'uso dei macchinari, che operano sia lo scavo che la posa e l'eventuale ripristino in modo automatico (vedi Tabella in calce al paragrafo).

I sistemi impiegati nel settore *no-dig* comportano una automazione del processo produttivo ed una forte specializzazione della manodopera (operai qualificati/specializzati in luogo di operai comuni). Il cantiere *no-dig*, inoltre, se paragonato alle tecniche tradizionali, prevede mediamente una riduzione del personale complessivamente impiegato, la disponibilità di *skill* specifici ed un impegno in termini di tempo sensibilmente inferiore per via di una maggiore produzione giornaliera.

Va precisato che oggi la compagine della forza lavoro è mista: la manodopera proviene sia dal settore dell'edilizia che da quello metalmeccanico.

Le uniche fasi di cantiere realizzate in modo tradizionale, sono quelle dell'approntamento e della rimozione del cantiere, che peraltro risulta molto più contenuto, nelle dimensioni, rispetto a quello necessario con le tecniche di scavo a cielo aperto. Per queste fasi è previsto l'impiego di operai comuni, qualificati, eventualmente (a seconda della profondità dello scavo), di carpentieri per la messa in sicurezza delle pareti verticali dello scavo.

Occorre specificare che la trasformazione dell'organizzazione produttiva a livello di filiera, con l'industrializzazione di questo segmento di mercato, non comporta necessariamente una riduzione della forza lavoro, quanto una conversione delle professionalità verso qualifiche più specialistiche e la creazione di figure esperte del settore del *no-dig* quali progettisti, consulenti, ricercatori o di supporto, per gestire eventuali controversie tra aziende appaltatrici e subappaltatori. Bisogna inoltre considerare i possibili effetti benefici che, sempre a livello occupazionale, si inducono nella filiera specifica, relativamente alla produzione, commercializzazione e manutenzione delle macchine.

Se poi, a partire dalle professionalità richieste nelle singole fasi produttive, passiamo

ad indagare le esigenze di formazione e sicurezza, ovvero approfondiamo gli aspetti legati alla qualità del lavoro, ci rendiamo conto che la forte domanda di specializzazione è relativa all'uso e alla manutenzione delle macchine di scavo automatico e delle attrezzature di indagine preliminare.

In particolare gli operai specializzati del *no-dig* sono in grado di:

- operare con macchine complesse (con il rilascio di specifici patentini da parte degli Enti paritetici riconosciuti) ;
- miscelare/impiegare in maniera corretta i fanghi bentonitici, le malte di cemento, ecc.;
- effettuare la giunzione dei tubi con rilascio di specifici patentini da parte dell'istituto italiano della saldatura;
- operare con capacità decisionale in merito agli aspetti realizzativi e gestire gli imprevidenti in corso d'opera.

Inoltre, l'analisi del sottosuolo - preliminare e propedeutica all'impiego delle tecnologie *no-dig* - necessaria per indagare la presenza di altri sottoservizi e la tipologia di terreno su cui si opera, rende necessario l'impiego di ulteriori figure professionali di elevata specializzazione (geologi/ingegneri).

L'alta qualifica/specializzazione del personale di un cantiere *no-dig*, permette anche una maggiore flessibilità nell'impiego delle risorse stesse ed una autonomia lavorativa decisionale che elimina i tempi morti nelle lavorazioni.

Questo, unito alla meccanizzazione delle fasi lavorative, incide in maniera significativa sui tempi di lavorazione e quindi sui costi dell'opera complessiva.

In questa ottica, la formazione riveste un ruolo fondamentale, rappresentando la condizione *sine qua non* per operare in questo settore innovativo e specialistico. La motivazione è evidente: un corretto uso di apparecchiature e macchine è la premessa indispensabile alla buona esecuzione dei lavori e, di converso, un uso improprio delle stesse può procurare seri danni ai manufatti circostanti e sotterranei, nonché pregiudicare la loro integrità.

Le imprese che già operano nel settore sono chiamate a rimanere al passo con l'innovazione attraverso corsi di aggiornamento del proprio personale, mentre le altre imprese dovranno investire nell'acquisto di macchinari e provvedere alla riqualificazione del proprio personale fruendo dei corsi specifici.

Stante la reale prospettiva di sviluppo di questo mercato, legata principalmente alla realizzazione delle infrastrutture per la digitalizzazione, questa azione appare quanto mai opportuna, e la formazione potrebbe avere anche una valenza più ampia, mirante alla riconversione professionale di operatori non qualificati o momentaneamente inattivi. Rispetto alla generazione di rischi di infortuni o incidenti durante l'esecuzione dei lavori, è evidente che alla rimozione del principale fattore di rischio, lo scavo a cielo aperto, consegue una quasi completa eliminazione delle possibilità di infortunio e di incidente. Vengono in pratica eliminati i rischi di seppellimento e caduta dall'alto, che sono i più pericolosi, in termini di gravità, nel caso di scavo a cielo aperto, restando confinati alle sole aree di ingresso ed uscita della tubazione (*HDD/microtunnelling*). Anche quelli connessi alla natura di oggetti limitrofi (crollo, caduta di manufatti, allagamento, ecc.) sono eliminati o trascurabili, sempre a causa della eliminazione o drastica riduzione della sezione di scavo e della precisa conoscenza delle condizioni del sottosuolo, resa

possibile dalle indagini geognostiche preliminari.

Resta il rischio derivante dall'uso delle macchine, che appare però molto diminuito rispetto al contesto tradizionale, poiché si riducono il numero e l'interferenza delle macchine e delle attrezzature presenti nel cantiere e perché, come abbiamo visto, una buona formazione degli operatori vale a prevenire in misura consistente il verificarsi di incidenti o infortuni derivanti dall'impiego delle macchine di scavo automatizzato.

In definitiva i vantaggi per i lavoratori sono evidenti: condizioni di sicurezza sul lavoro migliori, maggiore professionalità, esigenze di formazione specifica. La manodopera, quella specializzata, riferibile alle imprese che acquisiscono la commessa, è più fidelizzata e stabilizzata, poiché la forte specializzazione rende stabile il legame tra azienda e dipendenti.

In un momento economico particolarmente difficile come quello attuale, le tecnologie *no-dig* costituiscono, pertanto, un potenziale volano per il rilancio dell'economia e dei livelli occupazionali.

### **Proposte per incentivare l'impiego delle tecnologie no-dig**

Un Paese che vuole essere competitivo in Europa e capace di rilanciare la propria economia, deve essere in grado di attrarre investimenti e questo non può prescindere dall'aver una dotazione infrastrutturale adeguata.

È innegabile che, su questo fronte, come sistema Paese, lamentiamo un gap che ci pone in una situazione di forte svantaggio (ad esempio, ancor oggi, paghiamo milioni di euro in multe per non aver adeguato il sistema delle nostre reti fognarie alle Direttive Europee).

In questo contesto, è importante che ci sia la volontà politica di investire nell'adeguamento infrastrutturale dell'Italia con azioni volte sia allo sviluppo di nuove opere, sia al recupero del patrimonio esistente. Recupero che richiede, tuttavia, la conoscenza, in particolare, di ciò che è presente nel sottosuolo.

Sviluppo, rilancio e occupazione si coniugano perfettamente con le tecnologie *no-dig*, e queste ultime con il principio di "sviluppo sostenibile" ovvero con le opportunità tecnologiche, i minori costi, il contenimento energetico e, soprattutto, con il rispetto dell'uomo e dell'ambiente.

Per incentivare l'impiego di queste tecnologie, proponiamo di:

- rivisitare i profili assicurativi delle Imprese, prevedendo una categoria relativa all'utilizzo delle tecnologie *no-dig*, in considerazione del fatto che queste tecnologie riducono del 70% l'incidentalità sui cantieri (fonte Inail). Questo incentiverebbe le Imprese ad investire nel *no-dig*, così come avviene per le agevolazioni fiscali rivolte a chi investe in macchinari e risorse;
- considerare le tecnologie *no-dig* come "green technologies", quindi favorirle anche prevedendo agevolazioni e sgravi fiscali;
- prevedere percorsi formativi sulle tecnologie *no-dig* per i funzionari delle Amministrazioni centrali e locali, sia per valutare con le adeguate conoscenze i progetti ricadenti nelle procedure VIA (Valutazione Impatto ambientale) e VAS (Valutazione Ambientale Strategica), sia per prescrivere l'utilizzo nelle altre tipologie di intervento nel sottosuolo, in considerazione del fatto che queste tecnologie riducono mediamente dell'80% gli impatti ambientali;

- prevedere azioni, anche coordinate tra settore pubblico e privato, volte all'acquisizione della conoscenza dettagliata delle reti di servizi che innervano il sottosuolo del territorio italiano, al fine di mettere a fattor comune le infrastrutture esistenti e disponibili e razionalizzare e semplificare la posa di nuove reti. Questo è possibile, in maniera non invasiva né distruttiva, con l'ausilio delle tecnologie *no-dig* (per esempio con le indagini georadar);

Riteniamo che un maggiore uso di queste tecnologie comporterà - come già sta avvenendo in alcuni settori tecnologici - il loro sviluppo in termini di prestazioni, di materiali e di macchinari più performanti, oltre che di livelli di professionalità nelle aziende.

Dal dopo guerra ad oggi siamo stati capaci di adeguarci a cambiamenti epocali in termini lavorativi, passando da un'economia agricola, ad una industriale e poi ad una dei servizi. Ora la sfida è puntare ad una economia che rilanci il mondo delle PMI in settori specialistici dove il know how e la preparazione costituiscono la chiave di volta per il futuro.

## TABELLA DI CONFRONTO TRA LA TECNOLOGIA DI SCAVO A CIELO APERTO E LE PRINCIPALI TECNICHE NO-DIG

	SCAVO TRADIZIONALE	HDD	MICROTUNNELING	MINITRINCEA
indagini preliminari	indispensabili per evitare danni a materiali e reti sotterranee	indispensabili per evitare danni a materiali e reti sotterranee	indispensabili per evitare danni a materiali e reti sotterranee	indispensabili per evitare danni a materiali e reti sotterranee
approntamento cantiere	tradizionale	limitato ai soli punti/buche di partenza e arrivo	limitato ai soli pozzi di partenza e arrivo	ridotto
scavo	a cielo aperto	sotterraneo teleguidato	sotterraneo teleguidato	solo mediante fresatura
operai comuni, qualificati, specializzati	8 operai comuni 2 operai qualificati 2-3 operai specializzati	3-4 operai specializzati	2 operai qualificati 4 operai specializzati (2 operatori di macchine complesse)	3 operai specializzati (1 operatore di macchine complesse)
tempi di cantierizzazione (fatto 100 lo scavo tradizionale)	100	40	10 (paragone valido per posa di tubazioni di particolare entità)	30
posa infrastruttura	a cielo aperto manuale	sotterranea meccanizzata	sotterranea meccanizzata	a cielo aperto meccanizzata
ripristino manto superficiale	necessario	limitato ai soli punti/buche di partenza e arrivo	limitato ai soli pozzi di partenza e arrivo	non necessario
rischi	rischi derivanti dall'uso di macchine, anche in maniera contemporanea, connessi all'esecuzione della scavo, di seppellimento, caduta, dall'alto, connessi ad oggetti limitrofi (strutture, reti, corsi d'acqua...), connessi all'impiego di materiali	rischi derivanti dall'uso di macchine, i restanti rischi sono minimi e restano confinati alle aree di ingresso ed uscita della tubazione	rischi derivanti dall'uso di macchine, i restanti rischi restano confinati ai pozzi di ingresso ed uscita della tubazione	rischi derivanti dall'uso di macchine, i restanti rischi restano minimi/trascurabili in considerazione delle ridotte dimensioni dello scavo

## UN NUOVO SCENARIO SOSTENIBILE PER LE COSTRUZIONI: IL LAVORO POSSIBILE

Il futuro delle costruzioni è nell'innovazione sostenibile. Lo abbiamo detto più volte, ne siamo convinti e continuiamo a ribadirlo anche ora, in occasione della pubblicazione del secondo Rapporto congiunti Fillea Cgil e Legambiente.

Questo futuro, di fatto, è già cominciato, se l'unico comparto edilizio in crescita, in questo periodo di crisi (2008-2013) è quello del recupero e delle riqualificazioni edilizie, che beneficia in modo sostanziale degli interventi di riqualificazione energetica ammessi a detrazione fiscale<sup>53</sup>.

Le statistiche mostrano che il settore edilizio è responsabile del 40% del consumo energetico globale dell'Unione Europea e del 36% di emissioni di CO<sub>2</sub>. Ridurre questi consumi attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici rappresenta un enorme potenziale, utile per divenire più autosufficienti energeticamente ed è anche uno dei modi più redditizi per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. La realizzazione di misure di efficienza energetica nelle ristrutturazioni e nelle riqualificazioni edilizie riduce il consumo energetico, consente un forte risparmio di denaro per le famiglie e per l'economia, riduce al minimo la dipendenza dai combustibili importati da fuori UE, stimola la crescita dell'economia verde e offre posti di lavoro qualificati e stabili e appalti per le imprese di costruzione<sup>54</sup>.

Che questa innovazione comporti, per il settore delle costruzioni, anche un'opportunità di ristrutturazione in senso industriale avanzato, è un fatto riconfermato nel Rapporto di quest'anno, e reso evidente dalle esemplificazioni e dai casi studio riguardanti la messa in sicurezza e l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio, ma anche (in modo più evidente) con l'impiego delle tecnologie *no-dig* di scavo nel sottosuolo.

Ci preme sottolineare che tale innovazione sostenibile non si può raggiungere, nel nostro settore, senza un sistema d'impresa che operi in un mercato regolare e trasparente, con livelli e standard qualitativi elevati, sia nell'uso di materiali e tecnologie, sia nella scelta di procedure trasparenti e fornitori selezionati, né senza un approccio progettuale attento alle dimensioni della sostenibilità ambientale e dell'efficienza energetica.

Ciò comporta un'inversione di tendenza rispetto all'attuale configurazione del mercato e del sistema imprenditoriale, inversione che si rende quanto mai necessaria e che diventa, nello specifico delle trasformazioni indagate, quasi un prerequisito per la loro applicabilità. Non è infatti possibile operare con imprese irregolari, senza qualificazione del personale, al ribasso estremo dei costi, se investiamo in innovazione, se utilizziamo tecnologie complesse che necessitano di investimenti e personale qualificato, o materiali e componenti dalle prestazioni elevate e garantite.

L'innovazione sostenibile si caratterizza infatti, nelle costruzioni, per l'accelerazione che porta al processo di industrializzazione del settore, per la semplificazione delle fasi lavorative in cantiere, per l'elevato grado di innovazione, di prodotto e di processo, che richiede nella produzione di materiali, componenti e tecnologie, per l'alto livello di specializzazione che esige dalle maestranze, per un generale sensibile miglioramen-

to delle condizioni di salute e di sicurezza sul lavoro. Tutti questi elementi si possono riscontrare, in misura più o meno rilevante, in ciascuna delle tecnologie innovative e sostenibili studiate.

In particolare, riguardo all'occupazione, l'introduzione di tecnologie ad elevata complessità (come quelle *no-dig* illustrate nel 4° capitolo del Rapporto) comporta una sensibile riduzione della manodopera non qualificata impiegata nelle fasi di cantiere, a fronte di un aumento della specializzazione per gli operatori delle macchine e per una serie di competenze, ancora specialistiche, che si collocano a monte o a valle delle fasi di cantiere. Il processo di specializzazione appena descritto determina un'esigenza di formazione solo in parte già soddisfatta, ed apre possibilità di riqualificazione per maestranze attualmente non attive.

Questo processo, tipico dell'industrializzazione, è tanto più evidente quanto più elevato è il livello di automazione/meccanizzazione indotto nelle fasi lavorative dalle tecnologie complesse.

Analoghe trasformazioni venivano rilevate, lo scorso anno, per la realizzazione di edilizia prefabbricata in legno o acciaio (assemblaggio a secco).

Nel caso, invece, della riqualificazione energetica del patrimonio esistente, si riduce il livello di complessità tecnologica delle fasi costruttive, spesso si introducono innovazioni di prodotto in un'organizzazione di cantiere, tutto sommato, tradizionale.

Ad una minor industrializzazione del processo edilizio corrisponde, allora, un adeguamento di competenze nella manodopera.

Più che di nuove figure professionali richieste (a parte il caso degli impiantisti specializzati nelle energie rinnovabili applicate all'edilizia) si può parlare, in questi casi, di diffuse esigenze formative, che riguardano le competenze tipiche del cantiere edile (muratore, finitore, ecc), tendenti a dotare i lavoratori di informazioni e competenze specifiche riguardanti i nuovi materiali e componenti, le corrette modalità di posa in opera, gli eventuali nuovi rischi professionali. E', questo, un campo già esplorato a livello teorico, ma non abbastanza implementato nella realtà: occorre incrementare la formazione per riqualificare la manodopera ed offrire un'adeguata risposta, in termini di offerta, a una domanda in rapida evoluzione.

Anche nel caso della riqualificazione energetica nascono nuove esigenze professionali a monte e a valle del processo edilizio: il progettista esperto di bioclimatica o di fisica tecnica, e il valutatore/certificatore energetico ambientale, per fare due esempi tra i più importanti.

L'innovazione sostenibile, dunque, può incentivare la trasformazione del settore e guidare un processo di specializzazione della manodopera, nel quale molte maestranze attualmente non utilizzate possono trovare una nuova e migliore collocazione di mercato. Naturalmente questo implica, da parte dei soggetti che attuano la formazione (e quindi anche da parte del sindacato), uno sforzo per adeguare la propria offerta ad una domanda in rapida evoluzione, e la capacità di far incrociare, anche a livello locale, questa nuova domanda di lavoro con la riqualificazione di professioni e mansioni che non trovano più corrispondenza nel mercato delle costruzioni.

Se questo è lo scenario di trasformazione dell'organizzazione del lavoro a seguito dell'introduzione di tecnologie innovative e sostenibili, appare chiaro che il valore e le potenzialità del nuovo scenario si potranno comprendere appieno soltanto se si guarderà alla filiera delle costruzioni nella sua interezza e complessità, e se, in quest'ottica allargata, si valuteranno le trasformazioni indotte, anche e soprattutto quelle riguardanti il mondo del lavoro.

Appare allora assolutamente necessario affiancare, alla promozione e allo sviluppo di tecniche e materiali innovativi e sostenibili nelle costruzioni, un'azione capillare ed altrettanto efficace, che riguarda lo sviluppo delle filiere industriali nazionali, che possono essere attivate a partire dall'impiego di queste nuove tecnologie e prodotti.

Parliamo, ad esempio, delle azioni di valorizzazione della filiera bosco-legno, che possono essere intraprese a livello locale, nei tanti territori italiani vocati a questo scopo, e che possono coniugare lo sviluppo rurale, forestale e la salvaguardia ambientale dei territori, con un nuovo processo di industrializzazione che, nel settore del legno, può portare alla produzione di lavorati e semi lavorati, da utilizzare sia nell'industria dell'arredamento sia in quella dell'edilizia.

Altri esempi interessanti sono quelli delle tecnologie *no-dig* di scavo in sotterraneo, e della filiera di fabbricazione delle macchine escavatrici, e tutto il tema del recupero dei materiali di scarto dell'edilizia, che attiva filiere di smaltimento, differenziazione, recupero e produzione di materia seconda, un tema di vastissime proporzioni e di enormi potenzialità ancora in gran parte inesplorate.

Promuovere, a livello nazionale, ma soprattutto in ambito locale, lo sviluppo delle filiere sostenibili significa, per il sindacato, avere la garanzia che l'introduzione di nuove tecnologie costruttive porti sviluppo economico e sociale, occupazione e avanzamento civile, nel territorio nazionale e non soltanto valore aggiunto per le aziende innovatrici. Il rischio infatti è che, nel contesto di una globalizzazione sempre più spinta dei mercati, anche l'innovazione, se introdotta solo per se stessa nel mercato, senza la creazione di una filiera nazionale di riferimento, possa essere il veicolo di un'importazione di tecnologie e macchinari prodotti all'estero, e portare vantaggi economici e benefici soprattutto alle nazioni produttrici, piuttosto che al nostro paese.

E' questo il pericolo che intravedevamo lo scorso anno in riferimento all'edilizia prefabbricata in legno, dove già nel nostro mercato operano agguerriti operatori austriaci e tedeschi, che vendono case "a catalogo", importano i componenti prefabbricati, spesso trasferiscono dallo stabilimento di produzione anche i montatori, e realizzano la casa in poche settimane, lasciando agli imprenditori nazionali la mera realizzazione della platea di fondazione.

E' ancora questo, in buona parte, il problema che coinvolge lo sviluppo delle energie rinnovabili, con particolare riferimento alla produzione dei pannelli fotovoltaici.

Sicuramente il tema è complesso, ma è altrettanto certo che la rivendicazione di una nuova e più efficace politica industriale, nel nostro settore, non può prescindere dalla consapevolezza delle potenzialità e dei rischi insiti nelle trasformazioni in atto, e deve affrontare il tema dello sviluppo delle filiere nazionali, se vuole veramente incidere e portare benefici tangibili al nostro paese.

Affrontando il tema da questo punto di vista saranno più incisive anche le azioni mirate alla promozione delle tecnologie innovative, o alla formazione professionale e continua

di figure specializzate, poiché inserite in un quadro organico di sviluppo territoriale, che crea relazioni tra le azioni individuate, potenziandone in questo modo l'efficacia. In questo senso, e veniamo alle proposte operative in campo sindacale, la Fillea-CGIL continua ad impegnarsi per attivare tutti i possibili canali di interlocuzione e di concertazione: con le imprese, in primis, con il Governo, le Regioni e gli Enti locali, affinché tutti gli attori siano compartecipi e protagonisti di una seria politica di efficientamento anche del patrimonio immobiliare, anche pubblico.

A tal fine un'azione sinergica imprese-sindacati attraverso la contrattazione, in materia di informazione e formazione, può garantire una sensibilizzazione a tutto tondo del mondo imprenditoriale e del mondo del lavoro, secondo un programma di azione che verrà dettagliato da uno specifico gruppo di lavoro congiunto.

Sul capitolo informazione e formazione si confermano le linee d'azione operativa:

- Sviluppo di tavoli specifici tra le rispettive associazioni di settore e federazioni sindacali di categoria;
- Incentivazione ed articolazione, nell'ambito di Fondo Impresa e di altre istituzioni ed enti di formazione professionale, dei corsi di formazione per figure professionali di base e specialistiche sull'efficienza energetica;
- Sviluppo in aree territoriali (individuate congiuntamente) della sperimentazione di albi professionali di specialisti della materia, eventualmente articolati per ambiti settoriali e/o competenze professionali; per migliorare l'affidabilità professionale e conseguentemente la crescita della domanda di efficienza e risparmio energetico nel settore della filiera costruzione.

Un altro strumento di collaborazione da sviluppare congiuntamente consiste nella definizione, all'interno degli accordi contrattuali di secondo livello, di fattori premianti legati a comportamenti virtuosi in materia di efficienza energetica ed ambientale, come, ad esempio, stabilire dei target specifici legati al raggiungimento di obiettivi di efficientamento energetico nell'ambito di una determinata attività.

Un volano di accompagnamento alla strategia paese viene individuato sull'efficienza energetica realizzata sul patrimonio immobiliare di tutta la pubblica amministrazione. La Fillea-Cgil chiederà alle imprese di impegnarsi, negli ambiti delle proprie rappresentanze associative europee, per favorire la richiesta del carattere vincolante degli obiettivi al 2020 dell'efficienza energetica per tutti i paesi dell'Unione Europea e per avanzare congiuntamente tale richiesta ai rappresentanti delle istituzioni nazionali a tutti i livelli.

La Fillea-Cgil chiederà al Governo l'apertura di un Tavolo di confronto per la migliore attuazione di un efficace programma per la realizzazione degli obiettivi dell'efficienza e del risparmio energetico con un sistema incentivante stabile e sostenibile.

Analogamente sarà avanzata al sistema coordinato delle Regioni e degli Enti locali. Dunque, molte e articolate sono le nostre proposte, rispetto alle quali chiederemo spazi adeguati, sia di discussione che di programmazione, ma prima di tutto occorrerà convincere gli altri e noi stessi dell'inopportunità di ritardare ancora le scelte, programmatiche ed economiche per realizzarle, poiché è giunto il momento di agire per costruire un futuro diverso, più sostenibile e più attento all'ambiente e al territorio.

## NOTE

<sup>1</sup> I paragrafi 2.2, 2.3, 2.5.1 e 2.5.2 del capitolo sono stati redatti da Alessandra Graziani e Giuliana Giovannelli, Centro Studi Fillea-Cgil; i paragrafi 2.4 e 2.5.3 sono stati redatti da Maria Assunta Vitelli, Legambiente.

<sup>2</sup> Ance, Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni, Giugno 2013.<sup>27</sup> Ibidem.

<sup>3</sup> L'Ance propone: messa a regime delle detrazioni fiscali per le ristrutturazioni, revisione disciplina Imu, investimenti aggiuntivi in infrastrutture, allentamento della stretta creditizia.

<sup>4</sup> stime Cresme-Cna, 2013.

<sup>5</sup> Cfr Rapporto Oise 2012, Par. 2.1 e 2.2.

<sup>6</sup> cfr Rapporto Oise 2012, Par. 2.3.

<sup>7</sup> Il DM. 14/01/2008 (Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4/02/2008) e la successiva integrazione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7 (i capitoli che trattano del legno) nel DM. 6/05/2008 (Gazzetta Ufficiale n. 153 del 2/07/2008), come anche l'art. 45 del DL. 201/2011, che sostituisce l'art. 53 del TU Edilizia (Dpr 380/2001), semplificano l'istruttoria per gli edifici a struttura di legno superiori ai quattro piani. In particolare viene eliminata la procedura secondo la quale "Qualora vengano usati materiali o sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dalle norme tecniche in vigore, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici su parere dello stesso Consiglio".

<sup>8</sup> I pannelli X-Lam sono un materiale da costruzione costituito da tavole in legno massiccio incollate, strutturato a più strati incrociati che hanno funzione portante nelle costruzioni in legno ecocompatibili. Grazie alle sue eccellenti proprietà meccaniche e fisico-costruttive questo materiale in legno planare racchiude in sé le migliori caratteristiche termoisolanti ed è in grado di distribuire i carichi in più direzioni. Inoltre garantisce un'elevata insonorizzazione e sicurezza antincendio oltre ad assicurare un sistema costruttivo rapido e asciutto. (Fonte: Federlegno Arredo).

<sup>9</sup> La certificazione energetica è un processo che permette di attribuire ad un edificio una classe che indica la sua qualità dal punto di vista energetico. In Italia vi sono differenti procedure per la certificazione energetica degli edifici: Progetto Cened: Certificazione Energetica degli Edifici, procedura di calcolo elaborata per la Regione Lombardia; Progetto Casa Clima: Agenzia CasaClima da Gennaio del 2005 è diventato lo standard edilizio della Provincia autonoma di Bolzano; Progetto Eco Domus; Progetto BEST Class – Sacert; Progetto Docet; Progetto Ecoabita; Progetto Provincia autonoma di Trento.

<sup>10</sup> Sistema a telaio: rispetto al sistema a pannelli multistrato X-Lam (vedere nota n.4), il sistema a telaio si basa su un differente principio costruttivo. Invece che da tavole di legno sovrapposte e incrociate, la struttura della parete è composta da un telaio in legno costituito da dei montanti verticali continui e da degli irrigidimenti orizzontali, al cui interno vengono collocati i materiali isolanti. L'ossatura portante viene poi rivestita su entrambi i lati da pannelli a base di legno che collegano i montanti e gli irrigidimenti. In termini di statica, facilità di posa in opera, consumo energetico, durabilità e superficie abitabile, la soluzione a telaio presenta caratteristiche simili alle strutture degli edifici in legno realizzate con il sistema a pannelli multistrato X-Lam. (Fonte: Federlegno Arredo).

<sup>11</sup> MHM (Massiv-Holz-Mauer, ossia Parete di Legno Massiccio) è un pannello a strati incrociati totalmente ecologico destinato all'edilizia residenziale e non, composta da tavole essiccate da 24 mm di spessore e lunghezza a piacere. Le tavole vengono pressate, incrociate ortogonalmente e unite tra loro tramite chiodi di alluminio ad aderenza migliorata, questo permette una connessione omogeneamente distribuita su tutto il pannello e su tutti gli strati nel miglior modo possibile. (Fonte: Federlegno Arredo).

<sup>12</sup> Il sistema platform frame è il sistema costruttivo più diffuso al mondo, tipico della casa in legno americana, ed è quindi un sistema collaudato. La struttura della casa è realizzata come un vero e proprio telaio in legno giuntato a montanti verticali continui che rappresentano la struttura principale della singola parete, dove all'interno viene collocato il materiale termo-isolante, che viene in seguito tamponato con pannelli strutturali in legno – OSB. (scaglie di legno orientate e incollate).

Il sistema platform frame è il sistema costruttivo più diffuso al mondo, tipico della casa in legno

americana, ed è quindi un sistema collaudato. La struttura della casa è realizzata come un vero e proprio telaio in legno giuntato a montanti verticali continui che rappresentano la struttura principale della singola parete, dove all' interno viene collocato il materiale termo-isolante, che viene in seguito tamponato con pannelli strutturali in legno – OSB. (scaglie di legno orientate e incollate ).

<sup>13</sup> Regione Toscana, Linee Guida per l'edilizia sostenibile in legno in Toscana, edizioni Regione toscana, 2009.

<sup>14</sup> Un edificio a impatto zero produce più energia di quanta ne consuma.

<sup>15</sup> fonte: Italia Oggi, 21/09/2012.

<sup>16</sup> Fonte dei dati: Federacciai, Relazione annuale 2012.

<sup>17</sup> La tecnologia costruttiva stratificata a secco denominata Struttura/Rivestimento (S/R) è composta da elementi tecnici realizzati per mezzo di giustapposizioni di materiali specializzati e leggeri. Questo tipo di tecnologia consente di contenere i tempi di costruzione e di ottenere prestazioni ambientali (acustiche, energetiche, di ecocompatibilità) più elevate rispetto a quelle fornite dalle tecniche tradizionali umide, prestazioni tecnologiche migliori (durabilità dei materiali) e una flessibilità superiore (sostituibilità dei componenti, ricollocabilità dei divisori, ispezionabilità). L'utilizzo della tecnologia stratificata a secco permette, inoltre, un miglioramento delle fasi di cantierizzazione: si evitano, infatti, la produzione di detriti e di polveri durante la fase di realizzazione.

<sup>18</sup> Classi energetiche Casa Clima: CasaClima Oro- Fabbisogno energetico inferiore di 10 kWh/m<sup>2</sup>a / Casa da 1 litro; CasaClima A- Fabbisogno energetico inferiore di 30 kWh/m<sup>2</sup>a / Casa da 3 litri; CasaClima B- Fabbisogno energetico inferiore di 50 kWh/m<sup>2</sup>a/ Casa da 5 litri.

<sup>19</sup> Uncsaal, op. cit.

<sup>20</sup> Uncsaal, op. cit.

<sup>21</sup> cfr Rapporto Oise 2012, Par. 2.4.3.

<sup>22</sup> La capacità termica C di un corpo è data dal rapporto fra il calore fornitogli (cioè accumulato) e l'aumento di temperatura che ne deriva. È pari al prodotto tra il calore specifico c e la massa m:  $C = c \cdot m$ .

<sup>23</sup> nzeb, Near zero emission building.

<sup>24</sup> Metodo di calcolo utilizzato: UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2 e norme correlate.

<sup>25</sup> Fonte: sito internet Gruppo Santarelli (Santarelli Costruzioni SpA, Ascoli Piceno) e capitolato commerciale degli alloggi, allegato C, Comune di Roma, Ristrutturazione di porzione di edificio Residenziale, via Arno 21.

<sup>26</sup> Fonte: sito internet abitare mediterraneo.eu

<sup>27</sup> Gianfranco Cellai, Cristina Carletti, Fabio Scurpi, Simone Secchi, Elisa Nannipieri, Leone Pierangeli.

<sup>28</sup> Con incarico di progettista e responsabile tecnico allo studio arch. A. Panichi.

<sup>29</sup> Interessante sottolineare, in particolare, la collaborazione al progetto di due aziende molto innovative:

- Ciabatti Legnami, che realizza strutture edilizie in legno e che, nell'ambito del progetto Abitare Mediterraneo, indirizza la ricerca industriale verso la realizzazione a secco di edifici ad elevato contenuto tecnologico con struttura portante in legno;
- Manifattura Maiano, azienda che da molti anni punta a coprire il segmento di mercato dell'uso delle fibre naturali e riciclate in bioedilizia. L'azienda realizza pannelli termoacustici utilizzati in edilizia residenziale, ospedaliera, alberghiera, terziaria, caratterizzati da elevati livelli di isolamento termico e di capacità fonoisolanti e fonoassorbenti, di traspirabilità, durabilità, resistenza a muffe, inattaccabilità da parte di roditori e insetti, da bassa igroscopicità, dall'assenza di sostanze nocive, da atossicità (assenza di rilascio di polveri). I pannelli realizzati da Manifattura Maiano sono ottenuti da materie prime rinnovabili, naturali o riciclate, attraverso processi a basso impatto ambientale ed a basso consumo energetico, tramite la trasformazione e l'utilizzo di prodotti di scarto (bottiglie in PET), di materia prima-seconda (residui di lavorazioni nel settore tessile e dell'abbigliamento), di fibre vegetali (Kenaf, coltivata senza l'impiego di erbicidi e pesticidi) e lana di pecora.

Nell'ambito del progetto Abitare Mediterraneo, Manifattura Maiano promuove l'integrazione delle attività di sviluppo industriale, finalizzate alla definizione di prodotti innovativi appartenenti al settore della bioedilizia.

<sup>30</sup> Il capitolo 3 è stato redatto da da Maria Assunta Vitelli, Legambiente.

<sup>31</sup> Il capitolo 4 è curato dal Centro Studi Fillea Cgil, e si avvale di documenti, immagini e grafici forniti da Iatt (Italian Trenchless Technologies).

<sup>32</sup> Nell'ambito della famiglia "rinnovamento o di risanamento delle infrastrutture esistenti".

<sup>33</sup> Nell'ambito della famiglia "indagini conoscitive".

<sup>34</sup> Il testo di questo paragrafo è uno stralcio da: Luca Giacomello, Paolo Trombetti, Valutazione dei costi socio ambientali delle tecniche di scavo, pubblicazione Telecom Italia.

<sup>35</sup> EPS-Calculations, Environmental Priority Strategies, Federation of Swedish Industries, N G Westerland, september 1995.

<sup>36</sup> Si precisa inoltre che l'area di cantierizzazione nel caso di utilizzo della perforazione orizzontale guidata è limitata alla zona iniziale e finale del cantiere; nello studio si è ritenuto comunque che anche in tal caso il numero di corsie residue si riduca a 3 poiché il disagio causato dalla cantierizzazione ai veicoli è paragonabile a quello imputabile alle tecniche di minitrincea.

<sup>37</sup> I tempi indicati non sono "medi" ma si riferiscono alle condizioni più gravose.

<sup>38</sup> R. Chirulli, A. Caruso, Un modello di analisi tecnico-economica nel confronto tra directional drilling e scavo a cielo aperto, in Atti del Convegno "Stato dell'Arte e nuove possibilità applicative del Directional Drilling", Bari, 11-12 maggio 1998.

<sup>39</sup> Si noti che per i dati relativi alla portata media nelle 24 ore e alla portata ridotta sono forniti come campi di variazione, poiché i vari coefficienti di riduzione sono disponibili in letteratura come intervalli di valori e non come valore unico.

<sup>40</sup> Il testo di questo sotto paragrafo è uno stralcio da: ICOP, Nuove tecniche di stabilizzazione dei pendii mediante l'utilizzo di tecnologie *no-dig*, 2011.

<sup>41</sup> Il testo di questo paragrafo è uno stralcio da un Rapporto di lavoro effettuato da IGR srl: Caso studio, indagini geofisiche in campo ingegneristico ed architettonico, 2012.

<sup>42</sup> Rapporto curato da thik thank Glocus, 2013.

<sup>43</sup> Precisiamo che un'accurata analisi preliminare del sottosuolo è sempre e comunque ritenuta indispensabile, anche per le opere con scavo a cielo aperto, al fine di evitare danni a cose e manufatti e possibili infortuni in fase di lavoro.

<sup>44</sup> Una minitrincea per la posa di cavi per le telecomunicazioni può avere, come dimensioni di riferimento, larghezza pari a 7-10 cm e profondità di 30-35 cm.

<sup>45</sup> Per le stime qui citate cfr Luca Giacomello, Paolo Trombetti, op. cit.

<sup>46</sup> IATT ha già erogato con il supporto di FORMEDIL, specifici corsi formativi per alcune tecnologie *no-dig*; altri corsi sono in fase di definizione.

<sup>47</sup> Rapporto curato da thik thank Glocus, 2013.

<sup>48</sup> Precisiamo che un'accurata analisi preliminare del sottosuolo è sempre e comunque ritenuta indispensabile, anche per le opere con scavo a cielo aperto, al fine di evitare danni a cose e manufatti e possibili infortuni in fase di lavoro.

<sup>49</sup> Una minitrincea per la posa di cavi per le telecomunicazioni può avere, come dimensioni di riferimento, larghezza pari a 7-10 cm e profondità di 30-35 cm.

<sup>50</sup> Per le stime qui citate cfr Luca Giacomello, Paolo Trombetti, op. cit.

<sup>51</sup> Cfr Pietro Cazzola.

<sup>52</sup> IATT ha già erogato con il supporto di FORMEDIL, specifici corsi formativi per alcune tecnologie *no-dig*; altri corsi sono in fase di definizione.

<sup>53</sup> Le ultime stime dell'Ance rilevano una crescita, per il recupero edilizio, del 17,2% nel periodo 2008-2013 (Ance Mercato Abitativo, ottobre 2013).

<sup>54</sup> Su questo tema si è espresso recentemente il Presidente del Consiglio Europeo Van Rompuy, stimando in ben due milioni di nuovi posti di lavoro al 2020 la ricaduta occupazionale che potrebbe derivare da una forte strategia europea di riduzione delle emissioni attraverso la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio europeo.

## BIBLIOGRAFIA

"Il mercato italiano delle case in legno nel 2010. Analisi del mercato. Previsioni fino al 2015", indagine su aziende e progettisti di settore curata da Paolo Gardino (Paolo Gardino Consulting) e promossa da Promo\_Legno in collaborazione con Assolegno/Federlegno Arredo. Le previsioni non considerano la forte flessione economica del settore a partire dal 2011.

Giancarlo Coracina, Il mondo delle costruzioni di acciaio in Italia. La filiera realizzativa, presentazione Milano, febbraio 2011.

Uncsaal, Rapporto sul mercato italiano dell'involucro edilizio, 2013.  
Assistal, Rapporto sull'indagine congiunturale 2011 e previsionale 2012, giugno 2012.

Andil, Osservatorio laterizi 2012.

EPS-Calculations, Environmental Priority Strategies, Federation of Swedish Industries, N G Westerlund, september 1995.

R. Chirulli, A. Caruso, Un modello di analisi tecnico-economica nel confronto tra directional drilling e scavo a cielo aperto, in Atti del Convegno "Stato dell'Arte e nuove possibilità applicative del Directional Drilling", Bari, 11-12 maggio 1998. mettere anche in bibliografia

Luca Giacomello, Paolo Trombetti, Valutazione dei costi socio ambientali delle tecniche di scavo, pubblicazione Telecom Italia.

Ferrari G., Surico F. (2010), "Passato, presente e futuro dei superfluidificanti", Realtà Mapei, 102, pp 32-35.

Federcostruzioni (2011), "Primo Rapporto sullo stato dell'innovazione nel settore delle costruzioni" <http://www.ascomac.it/adm/UserFiles/file/ASCOMAC/rapporto%20Federcostruzioni.pdf>

Federcostruzioni (2011), "Rapporto 2011 – Sistema delle costruzioni in Italia" <http://www.sweet-blumeme.com/demo/federcostruzioni/index.php/articoli-2/rapportiriccheis?layout=blog>, in Pdf.

Federcostruzioni (2012), "Rapporto 2012 – Sistema delle costruzioni in Italia" [http://www.federcostruzioniweb.it/images/flipbook/FC\\_Rapporto\\_2012/](http://www.federcostruzioniweb.it/images/flipbook/FC_Rapporto_2012/)

F.A. van Broekhuizen, J.C. van Broekhuizen (2009), "La nanotecnologia nell'industria europea delle costruzioni – Sommario" commissionato da EFBWW European Federation of Building and Woodworkers, FIEC Federazione dell'industria europea delle costruzioni.

Material ConneXion (2011), "Materials Matter V"

Riqualificazione Energetico – Ambientale del quartiere IACP "Villa Aosta" Senigallia (Ancona), Alessandra Battisti, Fabrizio Tucci 2004

Cresme, Il Mercato delle costruzioni 2012, novembre 2011  
Cresme, Il Mercato delle costruzioni 2013, novembre 2012

Ance, Direzione Affari Economici e Centro Studi, Il settore delle costruzioni nel nuovo schema intersettoriale delle tavole delle risorse e degli impieghi, Novembre 2010

Ance, Osservatorio congiunturale delle costruzioni, giugno 2013

Cna-Cresme, Mercato della riqualificazione e stima degli effetti degli incentivi fiscali, maggio 2013  
Enea, Verso un'Italia low carbon: sistema energetico, occupazione e investimenti, ottobre 2013

Sinopoli-Tatano, Sulle tracce dell'innovazione, Franco Angeli, 2002

FETBB (Federazione europea dei lavoratori edili e del legno) e FIEC (Federazione dell'industria europea delle costruzioni), I nanoprodoti nell'industria europea delle costruzioni, Amsterdam 2009

Federcostruzioni-Cresme, Il mercato mondiale delle costruzioni, nota 2012

La pubblicazione è stata chiusa con i dati disponibili al 12/09/2012

[http://ec.europa.eu/information\\_society/eyouguides/fiches/glossary\\_ipr/index\\_it.htm#che\\_cosa\\_non\\_e\\_protetto\\_da\\_copyright](http://ec.europa.eu/information_society/eyouguides/fiches/glossary_ipr/index_it.htm#che_cosa_non_e_protetto_da_copyright)

Copertone Selvaggio-Osservatorio Ambiente e Legalità-Legambiente

## FONTI E SITOGRAFIA

MATREC (EcoMaterial database), <http://www.matrec.it/it/>

### Legno

Chenna, <http://www.chenna.it/>

Trespa Meteon, <http://www.trespa.com/>

Veneta cucine, <http://www.venetacucine.com/ita/index.php>

Gruppo Mauro Saviola, <http://www.grupposaviola.com/it/>

DamianiHolz & co., <http://www.lignoalp.it/it/case-in-legno/1-0.html>

Binderholz, <http://www.binderholz.com/it/home.html>

POLITEC e Termoplastica valtellinese, <http://www.politecvaltellina.it/>

### Laterizi e manufatti in cemento

Sannini Impruneta, <http://www.sannini.it/>

Danesi Lateritech, <http://www.danesilateritech.it/asp/lineathermokappa.asp>

Consorzio Poroton, <http://www.poroton.it/>

Gruppo Magnetti, <http://www.magnetti.it/>

Gruppo Magnetti pavimentazioni e murature, <http://www.magnettipavimentazionimurature.it/>

Monier, <http://www.monier.it/>

Graniti Fiandre, <http://www.granitifiandre.it/>

Officina dell'ambiente, <http://www.matrix1.it/>

ANDIL Associazione nazionale degli industriali dei laterizi, <http://www.laterizio.it/>

### Lapidei

Richter Furniertechnik Italia, <http://www.richter-italia.com/Home/tabid/36/Default.aspx>

Santa Margherita, <http://www.santamargherita.net/>

Stone Italiana, <http://www.stoneitaliana.com/>

Floor Gres, <http://www.floorgres.it/>

### Cemento

Italcementi, <http://www.italcementi.it>

Holcim italia, <http://www.holcim.it/>

Mapei, <http://www.mapei.com>

Gras Calce, <http://www.grascalce.it/>

Federcostruzioni, <http://www.federcostruzioniweb.it>

FederBeton - Federazione delle associazioni della filiera del cemento e del calcestruzzo armato, <http://www.federbeton.it/>

Il Rapporto e' stato curato dall'Ufficio Energia e Clima di Legambiente: Maria Assunta Vitelli, Gabriele Nanni, Katuscia Eroè, Marco Valle e Edoardo Zanchini (Vicepresidente Legambiente) e dalla FILLEA CGIL:

Moulay El Akkioui (Segretario Fillea Nazionale), Giuliana Giovannelli, Alessandra Graziani (Centro Studi Fillea Nazionale), Marcella Marra (Dipartimento Innovazioni - Fillea Nazionale)

Progetto grafico: Maria Assunta Vitelli

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano in particolare per la preziosa collaborazione: Fabrizio Tucci, Emanuela Andreoli (Ondulit), Vincenzo Ventricelli e Sandro Scollato (Azzeroco<sub>2</sub>), Laura Biffi (Legambiente), Dott.ssa Susi Santarelli, Arch. Gianluca Borgia (Santarelli Costruzioni SpA, Ascoli Piceno), Luca Giacomello e Paolo Trombetti (Telecom Italia), Giovanni Carapella (Formedil), Manola Cavallini (Fillea Cgil nazionale).

Si ringraziano inoltre per la preziosa collaborazione le aziende e le associazioni che hanno reso disponibile la documentazione dei materiali: Santarelli Costruzioni SpA (AP), Abitare Mediterraneo (FI), Vanoncini Spa (BG), Icop SpA (UD), IGR srl, Ciabatti Legnami, Manifattura Maiano spa, Federlegno Arredo, Uncsaal.

Si ringraziano inoltre per la preziosa collaborazione le aziende che hanno reso disponibile la documentazione dei materiali: Equilibrium, Manifattura Maiano Spa, Ceramiche COEM, Ondulit, Ecopneus, Knauf Insulation, Euchora Srl, Chenna srl, Graniti Fiandre Spa, Santa Margherita Spa, Mapei Spa, Italcementi Group, Gruppo Magnetti, Stone Italiana Spa, Gruppo Monier Spa (Wierer), Politec Srl, Officina dell'Ambiente, Eco.Men. Srl.

© Tutti i diritti sono riservati a FILLEA CGIL e LEGAMBIENTE

Lo studio o parti di esso non possono essere riprodotti in nessuna forma, senza l'approvazione scritta della FILLEA CGIL o di LEGAMBIENTE





La **Fillea Cgil** è il più grande sindacato italiano dei lavoratori e delle lavoratrici del settore delle costruzioni. Circa 1,6 milioni gli addetti in Italia, distribuiti nei comparti dell'edilizia e affini, il legno e arredamento, i materiali da costruzione del cemento, calce e gesso, i laterizi e manufatti in cemento, i lapidei ed estrattivi. La Fillea aderisce alla Cgil, fa parte della Federazione europea dei lavoratori edili e del legno (FETBB) e della Federazione internazionale dei lavoratori dell'edilizia e del legno (IBB).

Fillea CGIL  
Sede nazionale  
Via G. B. Morgagni, 27 00161 Roma  
tel 06.441141  
[www.filleacgil.it](http://www.filleacgil.it)  
[twitter@filleacgil](https://twitter.com/filleacgil)



**LEGAMBIENTE**

In tanti per fare l'Italia più bella. Perché per noi la bellezza del Paese è più di ogni altra cosa la condivisione e la partecipazione di tutti per un territorio più pulito, più sostenibile, più giusto. È per questo che, da oltre 30 anni, Legambiente si batte nella difesa dei beni comuni e dell'immenso patrimonio di cui tutti noi dobbiamo essere custodi e garanti. È con questa idea di futuro che

abbiamo dato vita all'ambientalismo scientifico, al volontariato ambientale, alla lotta contro le ecomafie, sostenendo con tenacia e determinazione le energie rinnovabili, le aree protette, l'educazione ambientale, la qualità della vita di tutti.

**Legambiente** scrive il futuro di un'Italia più bella grazie a 115.000 persone, tra soci e sostenitori, 1.000 circoli locali, 30.000 classi. Siamo in tanti ma non ancora abbastanza per realizzare il nostro più grande sogno: la partecipazione di tutti alla difesa dei beni comuni. Da soli non si può. Ti aspettiamo.

Legambiente Onlus  
Via Salaria 403, 00199 Roma  
tel 06.862681 fax 06.86218474  
[legambiente@legambiente.it](mailto:legambiente@legambiente.it)  
[www.legambiente.it](http://www.legambiente.it)

con il contributo di

