

# FONDI PER L'EDILIZIA SCOLASTICA

Diagnostica delle strutture, efficientamento energetico,  
adeguamento sismico  
Analisi dei finanziamenti e delle metodologie di progettazione



# **FONDI PER L'EDILIZIA SCOLASTICA**

**Diagnostica delle strutture, efficientamento energetico,  
adeguamento sismico  
Analisi dei finanziamenti e delle metodologie di progettazione**



**Codice 978.88.916.3469.6**

**© Copyright 2019 by Maggioli S.p.A.**

**Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.**  
**Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001: 2008**

*47822 Santarcangelo di Romagna (RN) • Via del Carpino, 8*

*Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595*

[www.maggiolieditore.it](http://www.maggiolieditore.it)

[e-mail: clienti.editore@maggioli.it](mailto:clienti.editore@maggioli.it)

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Gli Autori e l'Editore declinano ogni responsabilità per eventuali errori e/o inesattezze relativi alla elaborazione dei testi normativi e per l'eventuale modifica e/o variazione degli schemi e della modulistica allegata.

Gli Autori, pur garantendo la massima affidabilità dell'opera, non rispondono di danni derivanti dall'uso dei dati e delle notizie ivi contenuti.

L'Editore non risponde di eventuali danni causati da involontari refusi o errori di stampa.

# Indice

<b>1. Scuola: a che punto siamo?</b> .....	» 5
Il quadro normativo.....	» 6
I numeri della scuola .....	» 7
Le necessità d'intervento.....	» 7
I finanziamenti già assegnati in fase di attuazione .....	» 9
I finanziamenti in fase di attuazione e gli ultimi aggiornamenti .....	» 11
<b>2. Consapevole (in)sicurezza</b> .....	» 15
<b>3. La scuola sostenibile</b> .....	» 23
Progettare la scuola ecostenibile .....	» 29
Gli impianti per una scuola NZEB .....	» 38
Riquilibrare energeticamente una scuola esistente: si può? .....	» 40
Considerazioni conclusive.....	» 40
<b>4. Il marchio di qualità per la sicurezza sismica degli edifici</b> .....	» 41
Con quali criteri viene rilasciato il marchio? .....	» 42
Che significato ha il marchio per chi lo ottiene? .....	» 42
Le caratteristiche del marchio .....	» 42
<b>5. Case History</b> .....	» 44
Complesso scolastico a Spoleto .....	» 45
Scuola Mantes La Ville.....	» 52
Ex Colonie Padane a Cremona.....	» 54
Scuola materna Navaroli a Cremona .....	» 56
Scuola primaria Paese a Riccione .....	» 58
La Scuola BuBaO a Gand, Belgio .....	» 60
Scuola Media Catullo di Verona .....	» 62
Scuola Secondaria di I grado a Falzè di Trevignano (TV) .....	» 64
Complesso scolastico a Funo di Argelato .....	» 66
Scuola Collodi di Caldogno, Vicenza .....	» 68
Le scuole di Folignano e di Avezzano .....	» 70
Scuola Balbi Carrega, Sala Baganza .....	» 72
Scuola Sole Luna .....	» 74
Scuola G. Galilei a Brendola, Vicenza .....	» 76
Scuola media di Montecchio Emilia.....	» 78
Complesso scolastico Parco Trotter di Milano .....	» 80
<b>6. Conosci le aziende</b> .....	» 82

SPECIAL PARTNER



PARTNER



CON LA PARTECIPAZIONE DI



# 1. Scuola: a che punto siamo?

Il quadro normativo, i numeri, le necessità d'intervento, i finanziamenti già assegnati in fase di attuazione e quelli in fase di assegnazione

*di Massimo Nutini – Esperto in legislazione scolastica e degli enti locali*

**Rimani aggiornato:**  
[ediltecnico.it/soldi-per-edilizia-scolastica](http://ediltecnico.it/soldi-per-edilizia-scolastica)

## Il quadro normativo



Nell'articolo 117 della Costituzione, l'edilizia scolastica non è espressamente menzionata. Tuttavia, la Corte costituzionale ha più volte chiarito che nella disciplina concernente le competenze della fornitura degli edifici per le scuole «*si intersecano più materie, quali il "governo del territorio", "l'energia" e la "protezione civile", tutte rientranti nella competenza concorrente*» (sentenze 62/2013, 284/2016 e, in ultimo, 71/2018). Ne consegue che la potestà legislativa spetta alle Regioni, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, riservata alla legislazione dello Stato

La legge 11 gennaio 1996, n. 23 stabilisce che alla realizzazione, fornitura e manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici scolastici, provvedono i Comuni, per quelli da destinare a sede di scuole del primo ciclo dell'istruzione, e le Province, per quelli da destinare a sede di scuole del secondo ciclo. Lo Stato e le Regioni concorrono stanziando risorse nell'ambito della pianificazione triennale e di misure specifiche inerenti il sistema strutturale della scuola.

La governance del sistema strutturale della scuola, quindi, vede più attori le cui competenze si intersecano ed i cui finanziamenti concorrono a mantenere, migliorare e incrementare il patrimonio esistente.



Le “*Norme tecniche per l'edilizia scolastica*”, contenenti gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, sono individuate nel decreto ministeriale 18 settembre 1975. Stato e regioni non hanno mai emanato le nuove norme tecniche, previste alla legge 23/1996, a decorrere dalla data di entrata in vigore delle quali il decreto del 1975 potrà essere disapplicato.

Le normative inerenti le sicurezza degli edifici da tenere sempre presenti sono:

- dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 (dove si parla, per la prima volta, di Collaudo) alla legge 5 novembre 1971, n. 1086 sulle opere di conglomerato cementizio armato, fino al Decreto MIT 17 gennaio 2018 con il quale sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- dal Decreto del Ministero dell'interno 26 agosto 1992, Prevenzione incendi per l'edilizia scolastica, alla Legge 5 marzo 1990, n. 46, Norme per la sicurezza degli impianti e decreto del Ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008 recante Disposizioni in materia di attività d'installazione degli impianti e al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, Sicurezza e salute dei lavoratori
- dal R.D. 27 luglio 1935, n. 1265 al D.Lgs. 25 novembre 2016, n. 222, SCIA Agibilità
- La O.P.C.M. 20.03.2003, n. 3274, Verifica antisismica edifici scolastici



## I numeri della scuola

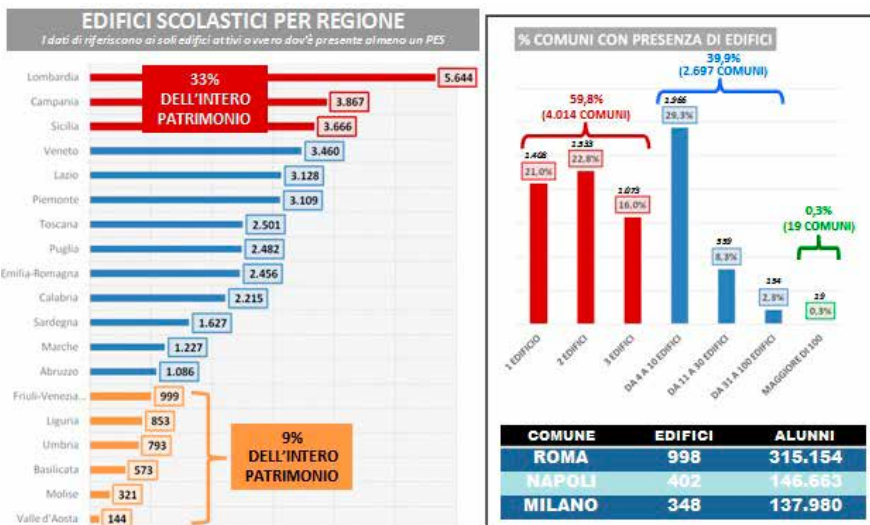
Le Istituzioni scolastiche statali operanti in Italia sono 8.290, di cui 130 sono Centri Provinciali per l’Istruzione degli Adulti e 8.160 sono Istituzioni scolastiche. Queste ultime sono distribuite fra 420 Direzioni Didattiche, 4.867 Istituti Comprensivi, 175 Istituti principali di I grado e 2.698 Istituzioni del II ciclo.

Operano in queste scuole 822.723 insegnanti, 203.398 ausiliari, tecnici e amministrativi, 7.699.036 alunni. Tra questi ultimi, 919.091 sono iscritti alla scuola dell’infanzia; 2.498.521 alla scuola primaria; 1.629.441 alla scuola secondaria di primo grado e 2.635.582 alla scuola secondaria di secondo grado.

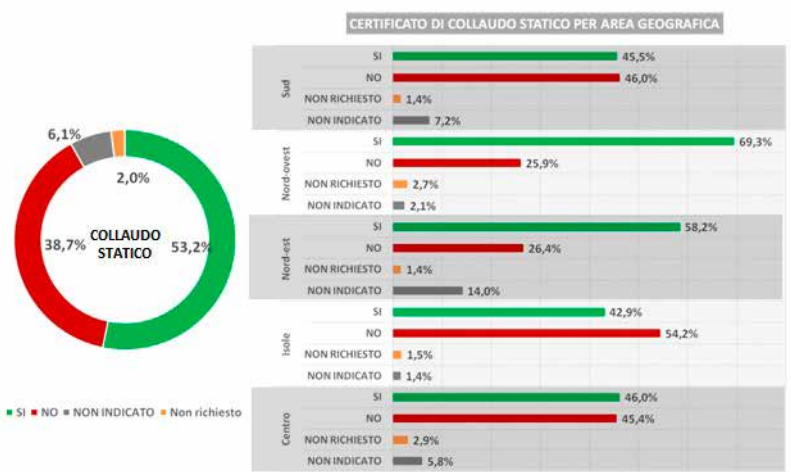
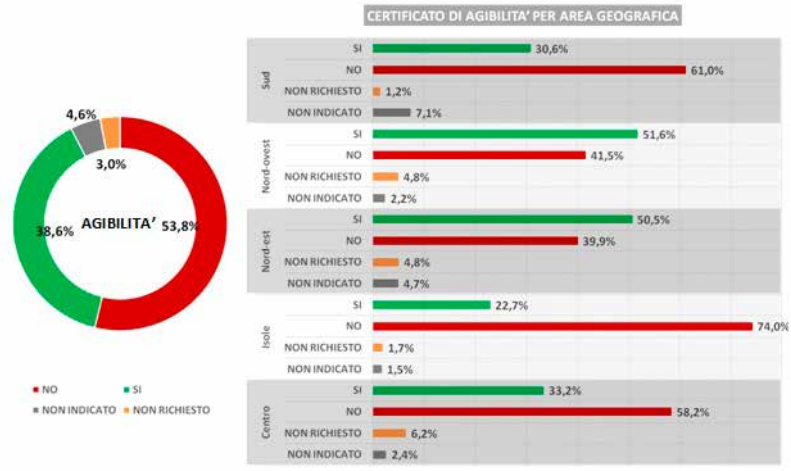
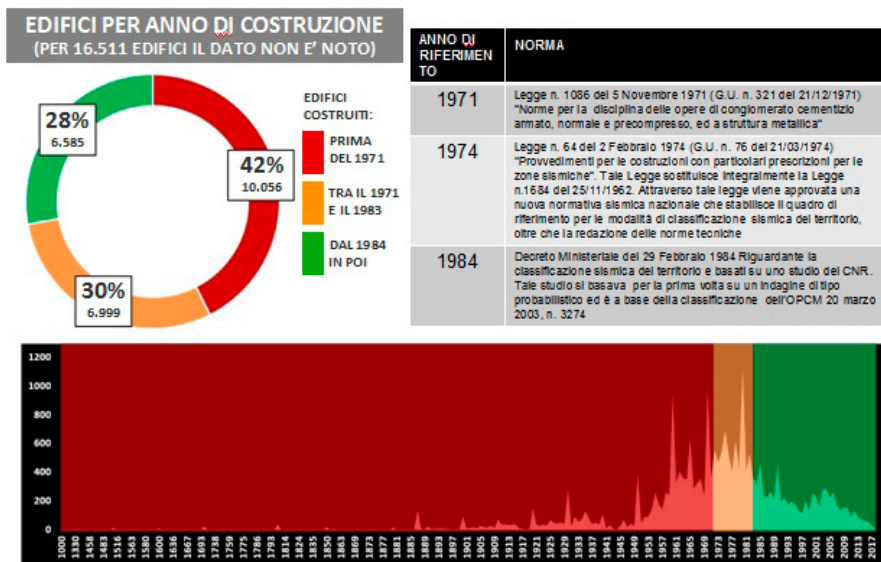


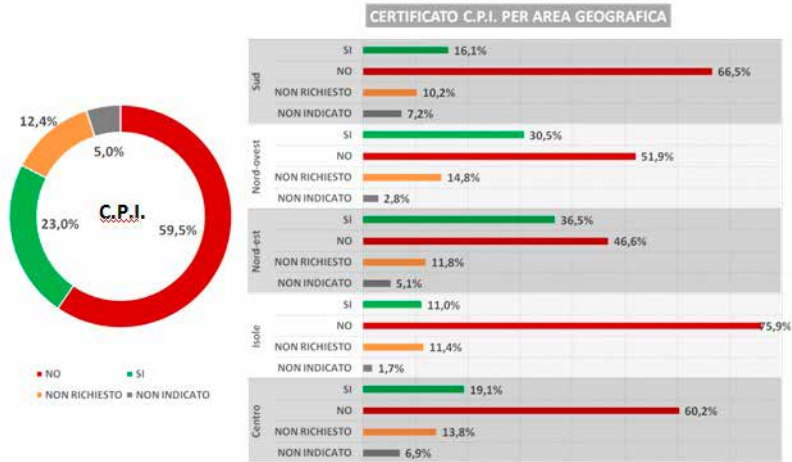
## Le necessità d’intervento

Gli edifici scolastici sono 40.151. Il 42% sono stati costruiti prima del 1971, il 30% tra il 1971 ed il 1983, il 28% dal 1984 in poi. Sono in possesso del collaudo statico il 53,2%, dell’agibilità il 38,6% e del certificato di prevenzione incendi il 23%. Non è nota la percentuale degli edifici nei quali sono state eseguite le verifiche di vulnerabilità sismica.







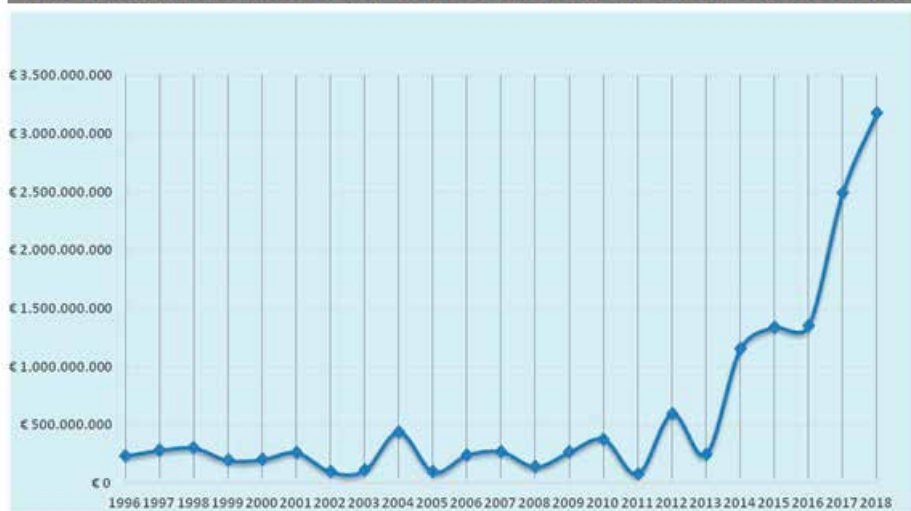


**EDIFICI SCOLASTICI E VERIFICHE SISMICHE - PER ANNO DI COSTRUZIONE**



**I finanziamenti già assegnati in fase di attuazione**

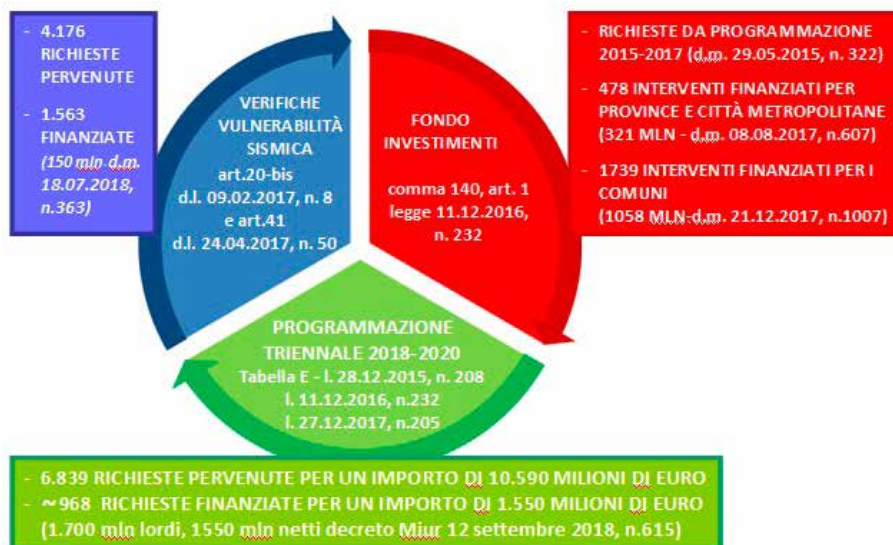
**STANZIAMENTI PER L'EDILIZIA SCOLASTICA NEGLI ULTIMI 20 ANNI**



Fonte: ex Struttura di Missione per la riqualificazione dell'edilizia scolastica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri

A partire dal 2014 vi è stato un sensibile incremento dei finanziamenti per l'edilizia scolastica.

In questo momento sono in fase di definizione e di attuazione le risorse per il piano triennale 2018-2020 (euro 1.700 mln), gli interventi finanziati con il fondo per gli investimenti di cui all'art. 1, c. 140, della legge 11 dicembre 2018, n. 232 (euro 1.379 mln) e le verifiche di vulnerabilità sismica di cui all'art.20-bis del d.l. 9 febbraio 2017, n. 8 e all'art.41 del d.l. 24 aprile 2017, n. 50 (euro 150 mln stanziati distribuiti con il d.m. 18 luglio 2018, n. 363)



Lo scorso 5 novembre è stato pubblicato sul sito Miur il decreto ministeriale 12 settembre 2018, n. 615. Con tale provvedimento è stato approvata il secondo piano triennale del fabbisogno nazionale in materia di edilizia scolastica, relativo alle annualità 2018-2020, cui saranno destinati finanziamenti per circa 1.550 milioni di euro. Il primo piano triennale, relativo alle annualità 2015-2017, era stato approvato con il decreto ministeriale 29 maggio 2015, n. 322 e ad esso sono stati destinati finanziamenti per circa 1.200 milioni di euro.

Le selezioni pubbliche per l'inserimento nella pianificazione 2018-2020 sono state svolte dalle regioni che, il 2 agosto 2018, hanno trasmesso le graduatorie al Miur che, adesso, con il decreto 615/2018 ha ricomposto in un unico documento di programmazione tutte le richieste ammesse (per l'inserimento nella graduatoria utile a concorrere all'ottenimento dei finanziamenti) formando così il "piano nazionale".

Con detto decreto 615/2018 sono state ripartite le risorse tra le regioni, con lo stesso complesso meccanismo dei cosiddetti "mutui BEI" per cui ad ogni regione è assegnata una cifra annua, che sarà erogata dallo Stato per dieci anni, con la quale le regioni potranno stipulare un contratto di mutuo che permetterà di ottenere, in tempi molto brevi, la liquidità necessaria per finanziare i primi interventi iniziando a scorrere le graduatorie appena compilate. Si tratta di 170 milioni annui per 10 anni che, tolto il costo degli interessi che dovranno essere pagati alla banca, produrrà la disponibilità per investimenti di circa 1.550 milioni di euro.

In un corposo allegato al decreto sono indicati, regione per regione, in ordine di punteggio ottenuto, tutti gli interventi che sono stati inseriti nel piano. In tutto, si tratta di 6.839 interventi, il cui im-

porto totale è pari 10.590 milioni di euro. Con le risorse ad oggi disponibili non si riuscirà a coprire neppure il 15% del fabbisogno risultato per le annualità 2018-2020.

Inoltre, la somma emersa di oltre 10 miliardi di euro, non rappresenta l'intero fabbisogno nazionale in quanto i progetti che sono stati candidati a questa tornata di programmazione sono solo una parte di quelli necessari per realizzare la messa a norma, la messa in sicurezza antincendio, l'adeguamento sismico, l'efficientamento energetico, l'abbattimento delle barriere architettoniche, la riqualificazione funzionale alla risposta al mutato fabbisogno e, infine, la sostituzione del patrimonio non convenientemente riutilizzabile. Infatti, a causa delle strette maglie definite dalle regioni e di qualche problema organizzativo sicuramente presente nelle province e nei comuni, non tutti gli edifici che hanno necessità d'intervento sono stati candidati.

Non è facile conoscere con esattezza la dimensione effettiva della necessità di finanziamenti per l'edilizia scolastica ma è molto probabile che la cifra si aggiri attorno ai 40 miliardi di euro. Una cifra enorme per far fronte alla quale sarà necessaria una programmazione di medio periodo (almeno dieci anni, se tutti gli enti faranno la loro parte partecipando con quantità di risorse appropriate) e l'individuazione condivisa delle priorità d'intervento, per dare ordine all'attuazione del piano.

Di primaria importanza sarà anche lo snellimento delle procedure perché se, in questi ultimi anni, si è visto un incremento nello stanziamento di risorse, non altrettanto è progredita, purtroppo, la semplificazione nei procedimenti e davvero troppo lunghi sono ancora oggi i tempi che intercorrono tra la rilevazione della necessità d'intervento, la realizzazione della copertura finanziaria, la progettazione nei tre livelli di legge, lo svolgimento delle procedure per l'affidamento delle opere e, infine, l'esecuzione e la messa in esercizio delle stesse.

## **I finanziamenti in fase di attuazione e gli ultimi aggiornamenti**

### **Antincendio – c. 1072, art. 1, legge 205/2017**

Importo: 114.160.000 euro

Riferimenti normativi: Legge 27 dicembre 2017, n. 205, art. 1, comma 1072; Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 novembre 2018, pubblicato sulla Gazzetta della Repubblica Italiana del 2 febbraio 2019.

Iter di attuazione: Le risorse sono state sbloccate con la pubblicazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 novembre 2018, sulla Gazzetta Ufficiale del 2 febbraio 2019.

Conseguentemente, in data 13 febbraio 2019, è stato adottato il decreto del Ministro dell'istruzione, dell'Università e della Ricerca il piano di riparto tra le regioni dei circa 114,1 milioni di euro, finalizzati all'adeguamento degli edifici scolastici alla normativa antincendio.

Il decreto è alla registrazione degli organi di controllo.

### **Palestre e strutture scolastiche sportive - c. 1072, art. 1, legge 205/2017**

Importo: 50.000.000 euro

Riferimenti normativi: Legge 27 dicembre 2017, n. 205, art. 1, comma 1072; Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 novembre 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 2 febbraio 2019.

Iter di attuazione: Le risorse sono state sbloccate con la pubblicazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 novembre 2018, sulla Gazzetta Ufficiale del 2 febbraio 2019.

Conseguentemente, in data 11 febbraio 2019, con decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca sono stati ripartiti tra le regioni 50 milioni di euro destinati alla messa in sicurezza e alla nuova costruzione di palestre e strutture sportive.

Tale decreto è ora alla registrazione degli organi di controllo.

L'elenco degli interventi finanziati è pubblicato sul sito internet del MIUR.

### **Economie Mutui BEI 2015 - art. 10, legge 104/2013**

Importo: 177.000.000 euro

Riferimenti normativi: Decreto legge 12 settembre 2013, n. 104, art. 10, convertito, con modificazioni, dalla legge 8 novembre 2013, n. 128.

Iter di attuazione: È stato adottato il decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca. Si tratta del decreto 3 gennaio 2019, n. 2, adottato a seguito del nulla osta espresso dal Ministero dell'economia e delle finanze in data 27 dicembre 2018.

Il decreto prevede il riparto tra le Regioni delle economie derivanti dalla procedura dei mutui BEI dell'annualità 2015.

Il decreto è alla registrazione degli organi di controllo.

### **Fondo progettazione MIUR - art. 42, decreto legge 109/2019**

Importo: 50.000.000 euro

Riferimenti normativi: Decreto legge 28 settembre 2019, n. 109, convertito, con modificazioni, dalla legge 16 novembre 2018, n. 130, articolo 42.

Iter di attuazione: È stato adottato il decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca. Si tratta del decreto 10 dicembre 2018, n. 850 di accertamento delle economie da destinare a interventi di progettazione.

Il decreto è stato registrato dalla Corte dei Conti ed è in fase di predisposizione l'Avviso pubblico, che sarà pubblicato entro il mese di marzo 2019.

### **Fondo progettazione MIT - c. 1079, art. 1, legge 205/2017 - Intesa CU 20/2018**

Importo: 30.000.000 di euro per quindici annualità dal 2018 al 2030

Riferimenti normativi: Art. 1, comma 1079, della legge 27 dicembre 2017, n. 205, che ha istituito nello stato di previsione del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti il Fondo per la progettazione degli enti locali, destinato al cofinanziamento della redazione dei progetti di fattibilità tecnica ed economica e dei progetti definitivi degli enti locali per opere destinate alla messa in sicurezza di edifici e strutture pubbliche, con una dotazione di 30 milioni di euro per ciascuno degli anni dal 2018 al 2030;

Iter di attuazione: Sullo schema di decreto attuativo è stata sancita intesa in Conferenza Unificata il 20 dicembre 2018. Il decreto è stato inviato agli organi di controllo per gli adempimenti di competenza ed entrerà in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul sito istituzionale del Mini-

stero delle infrastrutture e dei trasporti. Successivamente i finanziamenti per le Città metropolitane e le Province saranno assegnati secondo i parametri già individuati nello stesso decreto, mentre i Comuni dovranno presentare domanda di ammissione al cofinanziamento statale, per un numero massimo di tre progetti, secondo le modalità che saranno stabilite con un decreto direttoriale della Direzione generale per l'edilizia statale e gli interventi speciali, pubblicato sul sito istituzionale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

### **Scuole innovative INAIL - comma 153, art. 1, legge 107/2015**

Importo: 300.000.000 euro

Riferimenti normativi: Legge 13 luglio 2015, n. 107, art. 1, commi 153 e seguenti; Decreto-legge 28 settembre 2019, n. 109, convertito, con modificazioni, dalla legge 16 novembre 2018, n. 130, articolo 42-bis.

Iter di attuazione: È stata inviata la nota congiunta MIUR-INAIL a tutti gli enti locali beneficiari, che avranno tempo fino all'8 marzo 2019 per produrre la documentazione richiesta, utile per ottenere il riconoscimento delle spese di progettazione, così come previsto dall'art. 42-bis del decreto- legge 28 settembre 2019, n. 109, convertito, con modificazioni, dalla legge 16 novembre 2018, n. 130.

### **Poli Infanzia INAIL - art. 3, legge 65/2017**

Importo: 150.000.000 euro

Riferimenti normativi: Decreto legislativo 13 aprile 2017, n. 65, articolo 3.

Iter di attuazione: È stata inviata una nota PEC in data 17 settembre 2018 a tutte le Regioni, alla quale la maggior parte delle Regioni non ha dato riscontro. È stata inviata una successiva nota di sollecito con il termine per le Regioni al 1° marzo 2019.

È, infatti, essenziale poter acquisire l'informazione sulla corretta stima dell'importo di finanziamento concesso agli enti locali, in quanto in molti casi era stato riscontrato dal MIUR il mancato computo nello stesso del valore dell'area, oggetto di cessione all'INAIL, nonostante una specifica previsione dell'Avviso pubblico in tal senso.

### **Verifiche di vulnerabilità sismica nelle zone a rischio 1 e 2 - D.L. 8/2017**

Importo: 105.000.000 euro

Riferimenti normativi: Decreto-legge 9 febbraio 2017, n. 8, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 aprile 2017, n. 45, articolo 20-bis

Iter di attuazione: È aperto dal 1 marzo 2019 l'applicativo per il caricamento, da parte degli enti locali finanziati, dei dati di monitoraggio ed è in corso la rendicontazione delle verifiche effettuate.

### **Antisismica – Fondo ex Protezione Civile - D.L. 269/2003**

Importo: 80.000.000 euro

Riferimenti normativi: Decreto-legge 30 settembre 2003, n. 269, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003, n. 326, articolo 32-bis; Decreto-legge 12 luglio 2018, n. 86, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2018, n. 97, art. 4, comma 3-quater.



Iter di attuazione: È stato adottato il decreto di destinazione delle risorse e di riparto delle stesse. Si tratta del decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca 11 febbraio 2019, n. 93, che è attualmente alla registrazione degli organi di controllo.

È stata inviata una nota alle Regioni per l'individuazione degli interventi di adeguamento sismico nell'ambito della programmazione triennale nazionale 2018-2020. Le Regioni avranno tempo fino al 13 marzo 2019 per individuare gli interventi da finanziare.

#### **Fondo comma 140 – Province e Città metropolitane - legge 232/2016**

Importo: 321.000.000 euro

Fonti normative: Legge 11 dicembre 2016, n. 232, articolo 1, comma 140; Decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca 8 agosto 2017, n. 607.

Iter di attuazione: Le province e le città metropolitane hanno chiesto una proroga del termine per l'aggiudicazione dei lavori, fissata con decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca 8 agosto 2017, n. 607, al 13 maggio 2019 (18 mesi dalla pubblicazione del DM in Gazzetta Ufficiale). Come discusso anche in Osservatorio nazionale per l'edilizia scolastica e per evitare la perenzione dei fondi, la proroga sarà concessa fino al 15 ottobre 2019.

In tal senso, è stato adottato un decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca di proroga del termine per l'aggiudicazione dei lavori dal 13 maggio 2019 al 15 ottobre 2019.

#### **Fondo comma 140 – Comuni - legge 232/2016**

Importo: 1.058.255.963 per il triennio 2017-2019

Fonti normative: Legge 11 dicembre 2016, n. 232, articolo 1, comma 140; Decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca 21 dicembre 2017, n. 1007.

Iter di attuazione: Il decreto attuativo è stato pubblicato il 21 dicembre 2017. I fondi sono in erogazione. La scadenza per l'aggiudicazione dei lavori è stabilita al 31 agosto 2019. L'Associazione Nazionale dei Comuni (ANCI) ha chiesto una proroga del termine per l'aggiudicazione dei lavori. Al momento la proroga non è stata concessa. Si auspica che sia concessa almeno, in analogia a quanto stabilito per lo stesso intervento per le province, al 15 ottobre 2019.

#### **Fondo Finanziaria 2019 – Legge 145/2018**

Importo: 2.600.000.000 euro

Fonti normative: Legge 30 dicembre 2018, n. 145.

Iter di attuazione: Considerando i diversi stanziamenti destinati alle diverse finalità d'intervento, la legge finanziaria 2019 stanziava nuove risorse per circa 2,6 miliardi di euro destinati all'edilizia scolastica. I numerosi provvedimenti attuativi previsti e necessari saranno adottati nel corso dell'anno 2019



## **2. Consapevole (in)sicurezza**

La sicurezza dell'edilizia scolastica e la percezione del rischio nelle leggi e nella società

*di Andrea Barocci – Ingegnere, libero professionista, si occupa di strutture e rischio sismico sia in ambito professionale che come componente di Organi Tecnici, Comitati, Associazioni. Autore di pubblicazioni in materia e docente in numerosi corsi di formazione e aggiornamento tecnico professionale*



L'anno scolastico in corso può essere illustrato attraverso alcuni numeri, divulgati per scuole d'infanzia, primarie secondarie dal dipartimento "statistica e studi" del MIUR: 7.700.000 studenti, 370.700 classi, 42.500 edifici. Concentriamoci su questi ultimi: più della metà sono stati costruiti prima del 1970, il 38% non possiede il certificato di collaudo statico mentre più del 50% è privo di quello di agibilità.

La legislazione italiana ha introdotto numerose norme per tutelare i ragazzi e per consentirgli il diritto all'istruzione. Il decreto legislativo n.76/2005 assicura a tutti i ragazzi il diritto all'istruzione e alla formazione, per almeno dodici anni o, comunque, sino al conseguimento di una qualifica di durata almeno triennale entro il diciottesimo anno di età; la legge finanziaria del 2007 inoltre ha innalzato a 16 anni l'obbligo di istruzione e l'età di accesso al lavoro. Anche l'articolo 6 della Dichiarazione universale dei diritti dell'uomo afferma che ogni individuo ha diritto all'istruzione e che quest'ultima deve essere gratuita e obbligatoria almeno per quanto riguarda le classi elementari e fondamentali.

Riassumendo: **i nostri studenti sono obbligati per legge ad andare a scuola, ma non vi sono garanzie sugli edifici in cui si trovano.**

In questo periodo storico la granitica certezza, chiara anche al politico o all'amministratore meno esperti, è che *intervenire necesse est!* Inutile dirlo: sarebbe stato più efficace e più economico partire molto prima, organizzare, stanziare, pianificare. Perché lavorare su un edificio scolastico non è affatto semplice; molte volte le lezioni e gli studenti non possono essere dislocati, quindi si lavora d'urgenza in un paio di mesi estivi o nei weekend.

Si ha la sensazione che qualcosa sia sfuggito di mano, o non ben compreso.; cerchiamo di capire cosa significa **sicurezza di un edificio**.

La verifica delle costruzioni esistenti entra nella vita dei professionisti e delle amministrazioni con gli Articoli 3 e 4 dell'OrdPCM 3274 del 20/02/2003. Il testo riportava: *è fatto obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, ai sensi delle norme di cui ai suddetti allegati, sia degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Le verifiche di cui al presente comma dovranno essere effettuate entro*

*cinque anni dalla data della presente ordinanza e riguardare in via prioritaria edifici ed opere ubicate nelle zone sismiche 1 e 2.*

A seguire è stata emanata l'OrdPCM 3362 del 08/07/2004 che stabiliva le modalità di erogazione delle somme presenti in un fondo straordinario appositamente costituito, affinché gli enti locali potessero attivare le politiche di riduzione del rischio sismico e avere a disposizione liquidità per affidare le verifiche sugli edifici.

Attualmente la verifica è ben definita all'interno del §8.3 del D.Min. Infrastrutture 14/01/2018 (NTC18) e identificata come VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.

Considerando l'età del patrimonio edilizio italiano e dell'impianto normativo, è evidente che si trattava (e in parte lo è ancora) di una procedura "nuova". Anche la giurisprudenza in merito si sta formando, soprattutto (e ovviamente) quando accadono disastri come i terremoti; a ogni modo, per edifici pubblici rilevanti e strategici in zone sismiche 1 e 2 (e quindi anche per le scuole), la verifica era obbligatoria a prescindere, dal 2003.

Nel 2010 la Presidenza del Consiglio dei Ministri, mediante il Dipartimento di Protezione Civile, ha poi emanato una nota di chiarimenti (prot. DPC/SISM/0083283) sulla gestione degli **esiti delle verifiche sismiche**. In essa si ribadisce, dandogli maggiore valenza "giuridica", quanto riportato nella Circolare 617 esplicativa delle NTC08: *i provvedimenti sono necessari e improcrastinabili nel caso in cui non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni controllate dall'uomo, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio. Più complessa è la situazione che si determina nel momento in cui si manifesti l'inadeguatezza di un'opera rispetto alle azioni ambientali (p. es. terremoto); per le problematiche connesse, non si può pensare di imporre l'obbligatorietà dell'intervento o del cambiamento di destinazione d'uso o, addirittura, la messa fuori servizio dell'opera, non appena se ne riscontri l'inadeguatezza alle normative attuali.*

In tutti i casi nei quali si effettui la verifica il Progettista dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione. *La gestione del risultato della verifica viene decisa dal proprietario o gestore dell'opera entro un tempo prestabilito definito in base alla vita nominale restante ed alla classe d'uso.* Egli comunque deve attivarsi interagendo con il tecnico che l'ha redatta: qualora emergesse la necessità di un intervento esso dovrebbe essere attivato in un tempo compatibile con le condizioni di rischio riscontrate.

La nota della PCM riporta, a titolo di esempio, il caso della scuola di Bojano (CB). I genitori degli alunni non volevano consentire ai figli l'ingresso nell'edificio a seguito di una verifica con esito negativo. Fu chiamata a esprimersi la Commissione Grandi Rischi e concluse che l'indice di rischio poteva essere utilizzato per stabilire il tempo entro il quale dovevano essere presi provvedimenti di messa in sicurezza. In sostanza, la CGR si è assunta la responsabilità di una scelta: ha ritenuto accettabile il rischio che, nel tempo "residuo" stabilito dall'indice di rischio, non sarebbe accaduto un evento sismico atteso invece da norma durante la vita nominale "completa" dell'edificio.

Infine, la medesima nota della PCM, fa proprie le considerazioni del Comitato Tecnico Scientifico della Regione Emilia-Romagna e introduce il concetto di **Vita Nominale Restante**, al fine di *"garantire omogeneità di comportamenti, evitare atteggiamenti inopportuni (sia per eccessiva che per insufficiente cautela) e per offrire un supporto oggettivo a chi (proprietari, strutture di controllo, ecc...) deve prendere o giudicare decisioni"*. Prosegue poi dicendo che *"il concetto di gravità dell'inadeguatezza commisurata alla vita nominale restante, rappresenta allo stato attuale non soltanto il principale elemento di valutazione su cui basare le scelte ma anche il solo a cui si possa conferire un sufficiente grado di oggettività ed il solo a poter essere effettivamente d'ausilio*

*nella programmazione di un graduale miglioramento delle condizioni di sicurezza del patrimonio immobiliare esistente. Si può ipotizzare che la vita nominale restante sia il tempo entro il quale si attiva l'intervento che pone rimedio alla specifica inadeguatezza".*



Si arriva quindi alla definizione del concetto fondamentale di **Tempo di Intervento  $T_{INT}$** , funzione del coefficiente d'uso ( $C_u$ ) dell'edificio e del periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente all'attivazione del meccanismo di rottura in esame allo SLV o SLC ( $T_{SLV}$  o  $T_{SLC}$ ).

L'esito di una verifica di sicurezza si riassume quindi in questo: per ogni potenziale vulnerabilità (collasso globale, meccanismi locali, elementi non strutturali, ecc) si andrà a identificare il Tempo di Intervento  $T_{INT}$  che diventa il numero di anni per il quale la costruzione può ritenersi statisticamente sicura nei confronti di quella specifica vulnerabilità.

Non solo. Se  $T_{INT}$  è superiore a 30 anni la PCM ritiene non necessaria una immediata programmazione degli interventi. Se  $T_{INT}$  invece risulta minore o uguale a 2 anni si configura un *"particolare elemento di rischio"* che implica urgenza di interventi. È implicito che se  $T_{INT}$  è nullo (come a volte accade), la verifica non è soddisfatta neppure ai carichi statici ed è obbligatorio intervenire immediatamente.

Il numero che otteniamo è in ogni caso sottoscritto e timbrato dal professionista, e riguarda la pubblica incolumità. Dal 2003 al 2018 ci si è quindi mossi in questo contesto, sia come professionisti che come amministratori degli stabili.

Il 2018 ha invece dato una scossa al sistema, con la vicenda del Comune di Roccastrada, in Toscana, che nel 2017 si era visto sequestrare una scuola a seguito della sentenza della Corte Suprema di Cassazione n° 2118/2017; la motivazione era che l'edificio non risultava adeguato alla normativa antisismica.

*I terremoti non sono soggetti a prevedibilità e dunque i sindaci non devono opporsi al sequestro delle scuole che, anche nelle zone a basso rischio sismico, sono a ipotetico rischio crollo seppure per un minimo scostamento dai parametri di edificazione emanati nel 2008. Con queste parole la Suprema Corte ha accolto il ricorso della Procura di Grosseto contro Francesco Limatola, sindaco di Roccastrada, indagato per omissione di atti di ufficio per non aver chiuso il plesso scolastico della frazione di Ribolla nonostante dal certificato di idoneità statica dell'immobile, redatto il 28 giugno 2013, ne emergesse la non idoneità sismica.*

Contro il primo sequestro della scuola frequentata da quasi trecento bambini, disposto dalla magistratura grossetana, il Sindaco aveva fatto ricorso e il tribunale del riesame lo aveva accolto il 26 aprile 2017, togliendo i sigilli. Ad avviso del riesame *era insussistente un pericolo concreto ed attuale di crollo ragionevolmente derivante dal protratto utilizzo del bene secondo destinazione d'uso, avuto riguardo all'attività scolastica svolta ininterrottamente dalla fine degli anni sessanta.*

Si rilevava infatti che *in applicazione del cosiddetto indicatore del rischio di collasso previsto dalle 'Norme tecniche per le costruzioni' emanate con decreto il 14 gennaio 2008, dall'accertamento redatto nel certificato di idoneità statica il rischio sismico era risultato pari a 0,985 registrando in tal modo una inadeguatezza minima rispetto ai vigenti parametri costruttivi antisismici soddisfatti al raggiungimento del valore unitario.*

Contro il sindaco di Roccastrada, la Procura di Grosseto ha protestato in Cassazione sostenendo che la scuola deve essere chiusa perché il pericolo per la incolumità pubblica *nella non prevedibilità dei terremoti, doveva intendersi insito nella violazione della normativa di settore, indipendentemente dall'esistenza di un pericolo in concreto.* Secondo il PM *nessun rilievo avrebbe pertanto potuto attribuirsi alla circostanza che l'edificio insistesse su un territorio classificato a bassa sismicità o che l'inadeguatezza dell'immobile rispetto ai parametri costruttivi antisismici fosse minima.*

Arriviamo quindi all'inizio del 2018. Dando ragione al PM, la Suprema Corte con la sentenza 190/2018 sottolinea che *nel carattere non prevedibile dei terremoti, la regola tecnica di edificazione è ispirata alla finalità di contenimento del rischio di verificazione dell'evento.* Pertanto *la inosservanza della regola tecnica di edificazione proporzionata al rischio sismico di zona, anche ove quest'ultimo si attesti su percentuali basse di verificabilità, integra pur sempre la violazione di una norma di aggravamento del pericolo e come tale va indagata e rileva ai fini dell'applicabilità del sequestro preventivo.*

Fermiamoci un attimo per alcune riflessioni.

0,985 rispetto all'unità significa 1,5%; credo che nessuno si scandalizzerà se dico che, nell'ambito di una procedura complessa come una valutazione di sicurezza, tale valore è assolutamente trascurabile e non cambia l'esito della stessa.

Inoltre, ai "sensi di legge" la scuola avrebbe potuto restare aperta, come la stragrande maggioranza delle scuole italiane... se ne riscontra un'adeguatezza alle azioni sismiche, ma non potendo creare un problema sociale chiudendo tutti i plessi, si continua l'attività didattica mettendo in previsione da parte del gestore una serie d'interventi per mitigare il rischio.

La difesa del Sindaco si è infatti basata su questo: *a fronte dell'obbligatorietà di verifica degli edifici scolastici, non lo è anche l'intervento, quando questo non dipende dalla volontà dell'uomo (come appunto un terremoto). La verifica è stata fatta nei tempi di legge ma nessun intervento immediato è richiesto; inoltre la sicurezza statica era ed è pienamente accertata.* I legali hanno aggiunto che *il Comune non ha a disposizione i fondi necessari agli interventi di adeguamento o rifacimento della scuola di Ribolla ma che ha già programmato una nuova opera, partecipando prima al bando regionale poi inserendo il progetto nel piano triennale.*

Tra l'altro, l'avvocato ha fatto presente che nella stessa città capoluogo ci sono edifici pubblici che non raggiungono gli standard e che dovrebbero quindi essere considerati ugualmente a rischio e da sequestrare.

L'8 febbraio 2018 la scuola viene chiusa, ricollocando 280 studenti su altre due scuole del Comune; con gli inevitabili disagi del caso. In data 7 marzo 2018 viene disposto un incidente probatorio (a questo punto il 4° grado di giudizio ...) e viene nominato come Perito il Prof. Ing. Fabrizio Vestroni, ordinario di Scienza delle Costruzioni presso il dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica dell'Università "La Sapienza" di Roma.

Il 23 luglio 2018 il GIP revoca il provvedimento cautelare sopra indicato e dispone la restituzione al comune di Roccastrada del manufatto.

Questa la motivazione: [...] *rilevato che la circostanza che il manufatto sottoposto a sequestro rientri in quel range di accettabilità del rischio introdotto dal D.M. 17.01.2018, pubblicato sulla G.U. n. 42 del 17.01.2018 e contenente l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni, entrato in vigore a far data dal 22.03.2018, fa venir meno le esigenze cautelari che avevano giustificato l'adozione del sequestro preventivo del manufatto originariamente disposto da questo ufficio in data 14.04.2017, revocato dal Tribunale di Grosseto in data 26.04.20, cui era seguito l'annullamento della Corte di Cassazione e la pronuncia da parte del Tribunale del riesame in data 31.01.2018 di un nuovo provvedimento di conferma del decreto di sequestro preventivo emesso dal GIP [...].*

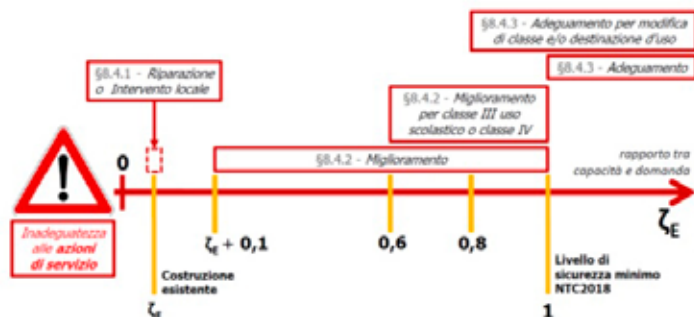
In sintesi, il §8.4.3 delle NTC2018 prescrive che in alcune fattispecie (commi "c" ed "e") il livello di sicurezza della costruzione si possa fermare a 0,8 senza bisogno di raggiungere l'unità, e questo ha "salvato" la scuola di Ribolla.

Bene, adesso abbiamo maggiore consapevolezza su cosa significhi **valutare la sicurezza di un edificio scolastico**, anche per quanto riguarda responsabilità risolti legali. Su questo sarebbe utile fare uno sforzo in termini di capacità comunicativa: tra tecnici siamo in grado di capire bene il concetto di tempo d'intervento o livello di sicurezza; non sempre però questi concetti sono semplici da capire per un Preside, un'insegnante o i genitori degli alunni. Molte volte neppure ci si prova a spiegare queste cose.

Dopo la valutazione di sicurezza, nella maggior parte dei casi risulta necessario intervenire sull'edificio e progettare una serie di opere, con rispettivo quadro economico, che l'Amministrazione dovrà mettere a bilancio per gli anni seguenti.

**Da qui in avanti si entra nel terreno delle NTC2018** e nelle possibilità che la norma ci consente per intervenire sugli edifici esistenti.





Se assumiamo pari a 1 il valore del livello di sicurezza minimo richiesto dalle NTC per le nuove costruzioni, è lecito ipotizzare che la scuola in esame abbia un valore inferiore all'unità (il valore nullo viene attribuito nel caso in cui l'edificio non sia sicuro nei confronti delle azioni di servizio, cosa che implica come abbiamo visto in precedenza l'obbligo d'intervento immediato).

Le nuove NTC2018 hanno meglio dettagliato le fattispecie d'interventi possibili, soprattutto per miglioramento e adeguamento.

**Miglioramento:** Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di  $\zeta_E$  può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe IV il valore di  $\zeta_E$ , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6.

**Adeguamento:** L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla Equazione 2.5.2 includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere  $\zeta_E \geq 1,0$ . Nei casi c) e d) si può assumere  $\zeta_E \geq 0,80$ .

In sintesi, quando si interviene su un edificio scolastico, il livello di sicurezza da raggiungere non dovrà mai essere inferiore al 60% ma, in taluni casi, ci si potrà fermare all'80% senza necessariamente raggiungere il 100% di sicurezza di un edificio nuovo appena costruito.



Per chiudere, è importante precisare che a oggi la tecnologia non ci pone limiti nelle possibilità d'intervento; l'unico limite è purtroppo negli importi necessari per eseguire i lavori e nei disagi che si creano alla comunità quando un istituto viene chiuso, anche solo per pochi mesi, per opere edilizie.

Del resto, siamo talmente indietro per quanto riguarda la sicurezza dei nostri edifici scolastici, e la sicurezza dei nostri studenti, che non è possibile aspettare oltre.

### **3. La scuola sostenibile**

Progettare scuole nuove e riqualificare l'esistente

*di Sergio Pesaresi – Ingegnere, Docente e consulente CasaClima, Progettista certificato Passivhaus*

Trascurriamo il 90% delle nostre giornate all'interno di edifici chiusi. A questi edifici chiediamo di garantirci una qualità abitativa che ci assicuri benessere: il caldo in inverno, il fresco in estate, una buona qualità dell'aria, una luminosità ottimale, la protezione dai rumori provenienti sia dall'esterno che dagli altri ambienti.

In termini termoigrometrici il nostro corpo prova una sensazione di benessere quando, in inverno, la temperatura interna è attorno ai 20°C con una umidità relativa fra il 40 e 60% e in estate quando la temperatura non supera i 26°C con umidità relativa fra i 50 e 70%. Questi valori possono variare, seppur di poco, in relazione all'attività metabolica in cui siamo impegnati (es. seduti o in movimento) e al vestiario che indossiamo.

Immaginiamo ora il nostro edificio come un contenitore nel quale versiamo tanto calore da far innalzare, se siamo in inverno, la temperatura interna fino ai 20°C. Quello che accade dopo è descritto da questa semplice equazione (che mostriamo in forma semplificata)

$$(Q_t + Q_v) - (Q_i + Q_s) = Q_h$$

che ci racconta che parte del calore, indicato con  $Q_t$ , verrà disperso attraverso le pareti, le finestre chiuse e il tetto mentre altro calore, indicato con  $Q_v$ , verrà disperso quando apriamo le finestre per ventilare gli ambienti. Questi due termini li indichiamo come Perdite di calore che quindi comportano una indesiderata diminuzione di temperatura interna.

Nel contempo il calore emesso dagli elettrodomestici presenti nell'ambiente e il calore emesso dai nostri corpi (in fine dei conti siamo dei radiatori ambulanti a 37 °C) che indichiamo con  $Q_i$  e, soprattutto, il calore solare che entra dalle nostre finestre ( $Q_s$ ) ci forniscono Apporti gratuiti di calore che vanno a compensare le Perdite.



La domanda cruciale che ci poniamo ora è: **gli Apporti ( $Q_i+Q_s$ ) compensano totalmente le Perdite ( $Q_t+Q_v$ )?** Se la risposta è affermativa, allora il termine  $Q_h$  nell'equazione è pari a zero e ciò significa che il nostro edificio-contenitore non sta perdendo calore e che quindi la temperatura rimane costante a 20 °C: la nostra casa è in grado di riscaldarsi da sola.

Se invece le Perdite risultano maggiori degli Apporti ciò significa che il nostro edificio-contenitore sta perdendo calore e che, quindi, la temperatura interna sta diminuendo. Per mantenere all'interno del nostro edificio-contenitore la medesima quantità di calore ne dovrò quindi fornire una quantità pari a  $Q_h$ . Poiché il calore è una forma di energia, il termine  $Q_h$  rappresenta il fabbisogno energetico invernale di quell'edificio.  $Q_h$  non è altro che l'aiuto che chiediamo alla nostra caldaia e che paghiamo in bolletta del gas.

In estate immaginiamo che il nostro edificio-contenitore contenga una certa quantità di calore che determina una temperatura interna di 26 °C, temperatura che dovrebbe essere mantenuta per garantire comfort abitativo.

Nei mesi più caldi (luglio e agosto) la temperatura esterna varia sensibilmente durante la giornata con albe fresche o addirittura fredde e pomeriggi caldissimi. Allora il bilancio energetico del nostro edificio-contenitore può essere espresso da queste due equazioni:

$$(Q_i+Q_s) - (Q_t+Q_v) = Q'c$$

per la parte della giornata nella quale la temperatura esterna è inferiore a quella interna

$$(Q_t+Q_v) + (Q_i+Q_s) = Q''c$$

per la parte della giornata nella quale la temperatura esterna è superiore a quella interna.

Per mantenere all'interno del nostro edificio-contenitore la medesima quantità di calore (che tende ad aumentare) ne dovrò quindi estrarre una quantità pari a  $Q_c=Q'c+Q''c$ . Il termine  $Q_c$  rappresenta quindi il fabbisogno energetico estivo di quell'edificio.  $Q_c$  non è altro che l'aiuto che chiediamo al nostro condizionatore e che paghiamo nella bolletta elettrica.

## Il vero costo dell'energia

Siamo abituati a pensare che l'unica conseguenza del fabbisogno energetico  $Q_h+Q_c$  di un edificio sia la bolletta energetica: più l'edificio consuma e più pago. Stop.

Ma il vero costo dell'energia è un altro. E molto caro. Vediamo brevemente perché e quanto.

Per produrre energia occorre energia. Tutti gli impianti che utilizziamo per riscaldare e raffrescare gli edifici (ma anche per i trasporti e per l'industria) richiedono energia e la ricavano dalla combustione di fonti fossili quali il carbone, il petrolio, il gas metano. Il combustibile che prelevo dal mio contatore ha fatto tanta strada e ha consumato tanta energia: è stato estratto in medio oriente o in Tunisia, è stato raffinato, poi l'hanno caricato sulle autocisterne e ce l'hanno consegnato sotto casa. Anche l'energia elettrica che preleviamo dalla rete viene prodotta da impianti che utilizzano questi stessi combustibili. Il processo della combustione prevede che le fonti fossili vengano bruciate e le conseguenze di tale processo sono appunto la produzione di energia e la emissione di fumi. Questi fumi sono ormai parte integrante del nostro paesaggio: li vediamo uscire dai camini delle nostre case, dal tubo di scappamento delle nostre auto, dalle ciminiere delle nostre fabbriche e non ci facciamo più caso.

I fumi prodotti dalla combustione contengono principalmente anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) che pertanto viene immessa nell'atmosfera. La CO<sub>2</sub> immessa va ad aggiungersi alla coltre di gas già presente e che ha reso possibile l'instaurarsi del cosiddetto "effetto serra naturale", effetto benefico che ha limitato le escursioni termiche giornaliere e ha così permesso la formazione di vita sul nostro pianeta.

L'aumento dello spessore dello strato gassoso provocato dalla CO<sub>2</sub> provoca la diminuzione della quantità di radiazione infrarossa, proveniente dalla superficie terrestre, che fuoriesce dall'atmosfera e, di conseguenza, determina l'aumento della radiazione infrarossa riflessa che provoca un aumento della temperatura terrestre.

La scienza ha dimostrato che l'aumento esponenziale di CO<sub>2</sub> presente in atmosfera (di cui conosciamo i valori degli ultimi 800.000 anni), iniziato in concomitanza della Rivoluzione industriale del XVIII secolo (dall'anno Mille al 1800 è stata mediamente pari a 280 parti per milione, dall'anno 2000 è sempre più vicina alle 400 ppm) è la causa del cosiddetto surriscaldamento globale e del cambiamento climatico (la temperatura del pianeta è aumentata di un grado negli ultimi due secoli).

Le conseguenze ambientali di questo surriscaldamento planetario sono ormai sotto gli occhi di tutti: scioglimento dei ghiacci dei Poli e dei ghiacciai eterni delle nostre montagne, inaridimento di vaste aree (la superficie del lago Ciad in Africa si è ridotta del 90% passando dai 25.000 kmq del 1960 agli attuali 2.500), aumento della virulenza dei fenomeni meteorologici, cambiamenti climatici. Le conseguenze sociali, economiche e politiche saranno invece imprevedibili e alcune di esse sono già in atto.

Il modello di sviluppo della società capitalista è esageratamente energivoro e si basa esclusivamente sull'uso delle fonti fossili che non sono rinnovabili, per cui la necessità spasmodica di possederle ha giustificato guerre, la distruzione di ecosistemi e ora sta addirittura mettendo a rischio la permanenza della vita umana sul pianeta. **Questo è il vero costo dell'energia.** E proprio per questo è fondamentale e impellente e, come vedremo, possibile usare solo l'energia necessaria, poca, senza sprechi, ricavata da fonti pulite e rinnovabili come il sole e il vento. Perché l'unica energia ecosostenibile è quella non consumata.

### La presa di coscienza... nel Mondo

Già nel 1970 il Club di Roma aveva intuito il pericolo e lanciato l'allarme con libro "I limiti dello sviluppo". Poi negli anni successivi è avvenuta una lenta ma inarrestabile presa di coscienza che è passata per la Conferenza sulla Terra di Rio de Janeiro, il Protocollo di Kyoto, la COP 21 a Parigi nel 2015 e la COP 24 in Polonia del dicembre 2018.

Le nazioni (le Parti) che hanno partecipato alla COP 21 (21-esima Conferenza delle Parti per dare attuazione al Protocollo di Kyoto) si sono impegnate a mantenere l'aumento della temperatura globale al di sotto di 1,5 °C (rispetto alla temperatura precedente alla Rivoluzione Industriale del XVIII secolo), cercando comunque di non eccedere i 2 °C.

### In Europa

La Comunità Europea si è presentata in forma unitaria e si è subito distinta per la serietà con la quale si è assunta l'impegno. A seguito dell'adesione al Protocollo di Kyoto la Comunità Euro-

pea promuove unilateralmente un ambizioso programma di azioni noto come Pacchetto 20-20-20 contenuto nella Direttiva 2009/29/CE entrato in vigore nel giugno 2009.

Il Pacchetto prevede di ridurre le emissioni di gas serra del 20%, alzare al 20% la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e portare al 20% il risparmio energetico, il tutto entro il 2020. Visti i buoni risultati conseguiti il programma è stato aggiornato due volte, la prima nel 2014 con il Pacchetto 40-27-27 entro il 2030 e la seconda nel 2018 con la Direttiva 2018/844/UE con il Pacchetto 40-32-27 da raggiungere entro il 2030 con revisione nel 2023.

Nel 2010 la Comunità Europea con la Direttiva 2010/31/UE esprime la propria preoccupazione per lo stato delle cose dicendo testualmente: *gli edifici sono responsabili del 40 % del consumo globale di energia nell'Unione. Il settore è in espansione, e ciò è destinato ad aumentarne il consumo energetico. Pertanto, la riduzione del consumo energetico e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili nel settore dell'edilizia costituiscono misure importanti necessarie per ridurre la dipendenza energetica dell'Unione e le emissioni di gas a effetto serra.*

Dopo aver lanciato l'allarme, la CE si preoccupa anche di dare la soluzione: dal 01/01/2019 gli edifici pubblici e dal 01/01/2021 gli edifici privati dovranno essere realizzati come NZEB Near Zero Energy Building (Edifici ad energia quasi zero) così definiti all'art. 2: *edificio ad altissima prestazione energetica (...). Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.*

La Direttiva da una definizione qualitativa al concetto di NZEB lasciando libertà ai singoli Stati nazionali di ridefinirla in termini quantitativi e normativi.

Con la Direttiva 2012/27/EU la Comunità Europea suggerisce la ristrutturazione degli edifici esistenti in termini di efficientamento energetico con un ritmo del 3% l'anno in modo da terminare la riqualificazione dell'intero parco immobiliare entro il 2050. Si premura anche di ricordare all'art 5 il *Ruolo esemplare degli Enti Pubblici* che devono dare il proprio buon esempio per spronare anche i singoli cittadini ad intraprendere la riqualificazione energetica dei propri edifici.

## **E in Italia**

L'Italia ha affrontato per tempo la tematica relativa al risparmio energetico in edilizia con la buona legge L. 373/1976 veramente innovativa per quei tempi, seguita dalla L. 10/1991. Poi ha un po' smarrito la strada subendo anche procedure d'infrazione da parte della C.E. per il mancato recepimento delle direttive europee sul contenimento energetico. Con il DL 63/2013 viene introdotta in Italia la Direttiva 2010/31/EU mentre il concetto di NZEB viene recepito e definito compiutamente e quantitativamente in Italia dai DM 26/06/2015 detto anche Decreto dei requisiti minimi.

## **A scuola di ecosostenibilità**

Progettare e costruire edifici ecosostenibili è diventata una necessità impellente e non più rinviabile. Solo per riscaldare e raffrescare gli edifici impieghiamo il 50% di quell'enorme quantità di energia che l'Italia e la Comunità Europea devono acquistare con difficoltà e a caro prezzo dall'estero, dato che non posseggono petrolio e gas. Le emissioni di CO<sub>2</sub> conseguenti alla loro combustione rappresentano il 36% delle emissioni totali e le particelle PM-10 contenute nei fumi di scarico sono responsabili al 20% dell'inquinamento che ci sta uccidendo.



Progettare e costruire una scuola ecosostenibile diventa allora il miglior veicolo di trasmissione del nuovo paradigma culturale che abbandona l'idea dell'usa-e-getta e del tanto-è-colpa-degli-altri e che ritorna a dare un senso di civiltà e di socialità ad ogni gesto quotidiano. La scuola insegna la ecosostenibilità.

### **Il quadro normativo italiano sulla progettazione dell'edilizia scolastica**

Le norme tecniche inerenti all'edilizia scolastica sono ancora ufficialmente costituite dal DM 18/12/1975 *Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica*. Le norme non riguardano tematiche di risparmio energetico poiché la prima legge in materia, la L. 373, verrà pubblicata solo l'anno seguente. In data 11/04/2013 il MIUR ha pubblicato le *“Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati e omogenei sul territorio nazionale”* che sono rimaste, però, solo una linea guida, un riferimento progettuale senza alcun valore normativo e non hanno sostituito le norme del 1975.

Propongono un approccio di tipo “prestazionale” che rende i criteri di progettazione più facilmente adattabili alle esigenze didattiche e organizzative di una scuola in continuo mutamento. Nonostante se ne faccia riferimento nel titolo, le linee guida non trattano il tema del risparmio energetico limitandosi a proporre fonti energetiche rinnovabili.

Al concorso “Scuole innovative” bandito nel 2015 era stato affidato il compito di individuare le innovazioni da introdurre nelle nuove norme tecniche in sostituzione di quelle del 1975, ma questa idea non ha poi avuto alcun seguito né stimolato il dibattito attorno ai temi dell'efficienza energetica.





In materia di efficienza energetica il riferimento normativo rimane pertanto il DM 26/06/2015 detto anche Decreto dei requisiti minimi.

In materia di ecosostenibilità è utile fare riferimento al DM 11/10/2017 *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*. Tale decreto contiene e definisce i Criteri Ambientali Minimi, ormai detti comunemente CAM, che consentono di migliorare il servizio o il lavoro prestato, assicurando prestazioni ambientali al di sopra della media del settore.

Questo decreto ha avuto il grande pregio di introdurre nella progettazione e nella realizzazione di edifici pubblici il concetto dell'*economia circolare*.

## PROGETTARE LA SCUOLA ECOSTENIBILE

Abbiamo visto **perché** è importante e urgente realizzare una scuola ecosostenibile e ora vediamo **come**.

Obiettivo della progettazione:

1. fabbisogno energetico quasi nullo
2. alto comfort abitativo.

L'approccio alla progettazione proposta è di tipo *prestazionale* e prende l'avvio proprio dalla interessante definizione di NZEB data dalla Direttiva 2010/31/EU:

*edificio ad altissima prestazione energetica (...). Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.*

Applichiamo questa definizione alla scuola che intendiamo progettare: l'edificio dovrà essere ad *altissima* prestazione energetica. Raramente una normativa tecnica utilizza il superlativo assoluto in una definizione, per cui è evidente che l'intento è proprio quello di enfatizzare il carattere straordinario (cioè fuori dell'ordinario) di questa prestazione.

Questo carattere superlativo viene spiegato così: *il fabbisogno energetico deve essere molto basso o quasi nullo*.

Il concetto di NZEB fa riferimento all'esperienza e agli studi intrapresi negli anni '90 dal Passivhaus Institut di Darmstadt che per primo ha progettato e realizzato un fabbricato residenziale con un fabbisogno energetico inferiore ai 15 kWh/mq anno, veramente basso se pensiamo che una nostra casa realizzata fra gli anni '60 e '70 ne consuma almeno 400. Da allora si sono costruiti tantissimi edifici in giro per il mondo che hanno così assunto il nome di Casa Passiva. Una Casa Passiva per definizione è un edificio che non ha bisogno di un impianto di riscaldamento tradizionale: niente gas, niente caldaia, niente termosifoni, né pannelli radianti.

In Italia il concetto di casa a bassa energia è stata introdotto nel 2002 da CasaClima, agenzia della Provincia autonoma di Bolzano che ha ripreso la classificazione tipica dei consumi energetici degli elettrodomestici suddivisi per classi contraddistinte da colori. Così un edificio è in classe B se consuma meno di 50 kWh/mq anno, in classe A se consuma meno di 30 e in classe Oro (o Gold) se consuma meno di 10 kWh/mq anno.

Un edificio NZEB dovrebbe quindi essere performante come una casa passiva o una classe Gold

CasaClima. Riprendiamo allora l'equazione che definisce il fabbisogno energetico invernale di un edificio:

$$(Q_t+Q_v) - (Q_i+Q_s) = Q_h.$$

Il fabbisogno energetico, che è indicato con  $Q_h$ , è nullo quando:

$$(Q_t+Q_v) = (Q_i+Q_s)$$

cioè quando gli Apporti gratuiti (apporti interni  $Q_i$  e apporti solari  $Q_s$ ) sono uguali alle Perdite (perdita per trasmissione  $Q_t$  e perdita per ventilazione  $Q_v$ ).

Nel caso in cui il fabbisogno fosse non zero ma *quasi* zero allora il  $Q_h$  dovrà essere coperto da energia proveniente da fonti rinnovabili (sole, vento, biomassa) possibilmente prodotta in loco o nelle vicinanze.

Questa seconda parte significa che il mio edificio dovrà non solo non consumare energia ma anche produrne abbastanza da soddisfare quel piccolo  $Q_h$  che rimane da coprire.

Ecco, la progettazione parte proprio da qui: tenere molto bassi i valori delle Perdite  $Q_t$  e  $Q_v$  affinché non superino gli Apporti  $Q_i$  e  $Q_s$  che, sappiamo, in inverno non sono molto alti.

Analogamente riprendiamo la formula del fabbisogno energetico estivo:

$$(Q_i+Q_s) - (Q_t+Q_v) = Q'_c$$

per la parte della giornata nella quale la temperatura esterna è inferiore a quella interna

$$(Q_t+Q_v) + (Q_i+Q_s) = Q''_c$$

per la parte della giornata nella quale la temperatura esterna è superiore a quella interna con  $Q_c=Q'_c+Q''_c$ .

In questo caso capiamo che per avere  $Q_c$  nullo o quasi zero, è necessario progettare un edificio che mantenga bassi i valori di tutti e quattro i termini dell'equazione e che sappia sfruttare il fenomeno dell'accentuata escursione termica giornaliera.

## **Progettare l'involucro**

### ***Oververo come tenere basso il parametro $Q_t$***

Il nuovo approccio agli edifici a bassa energia parte da una progettazione raffinata dell'involucro, intendendo per esso le chiusure esterne che delimitano la zona da riscaldare: muri esterni, solaio del piano terra verso il terreno o verso il piano interrato, le coperture e le finestre... quando queste sono chiuse.

L'obiettivo è di realizzare un involucro che isoli totalmente l'ambiente interno da quello esterno in modo tale che l'interno non risenta, o risenta in maniera molto limitata e dopo un certo lasso di tempo, delle variazioni climatiche stagionali e giornaliere esterne. Un edificio ben isolato non disperde il calore interno in inverno e limita fortemente l'accesso del calore solare in estate ed è quindi la maniera migliore, diremmo l'unica, per mantenere un'adeguata temperatura confortevole interna con l'impiego di poca energia.

Definiamo ora i parametri fisici necessari alla progettazione delle chiusure opache (pareti e copertura):

**Conduttività termica  $\lambda$  [W/mK]** – La conduttività termica  $\lambda$  (lambda) è la quantità di calore che viene trasmessa attraverso 1 mq di materiale *omogeneo* avente spessore pari a 1 metro quando la differenza di temperatura fra le due facce opposte è pari a 1 Kelvin (=1°C). Minore è questo valore e migliore sarà la capacità isolante del materiale, ossia minore è il flusso di calore che attraverso il materiale.

**Resistenza termica  $R_t$  [mq K/W]** – La resistenza termica  $R$  è definita come il rapporto tra lo spessore  $d$  dello strato omogeneo considerato e la sua conducibilità termica  $\lambda$

$$R = d / \lambda \text{ [mq K/W]}$$

La resistenza termica di una parete composta da più strati è data dalla somma delle resistenze termiche di ciascuno strato.

**Resistenza termica superficiale o limite  $R_s$  [mq K/W]** – La resistenza termica superficiale o limite  $R_s$  è la resistenza termica offerta dallo strato d'aria posto in adiacenza alla superficie muraria (interna ed esterna) determinata dal fenomeno composto di convezione termica e di irraggiamento e dipende dalle proprietà di trasporto del fluido, dalla configurazione geometrica e dalla direzione di moto. La norma UNI EN ISO 6946 riporta i valori di  $R_s$  in relazione alla direzione del flusso di calore:

	ascendente	orizzontale	discendente
<b>R<sub>si</sub></b>	0,10	0,13	0,17
<b>R<sub>se</sub></b>	0,04	0,04	0,04

Pertanto la resistenza termica  $R_t$  totale di una parete verticale che divide una zona riscaldata interna dall'ambiente freddo esterno (quindi il flusso di calore sarà orizzontale con verso interno-esterno) e composta da tre strati di materiali omogenei aventi una propria conduttività  $\lambda_i$  e un proprio spessore  $d_i$  sarà data dalla somma delle diverse resistenze termiche di ogni singolo strato, ivi comprese le due resistenze esterne:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = R_{si} + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 + R_{se} \text{ [mq K/W]}$$

**Trasmittanza termica  $U$  [W/mq K]** – La trasmittanza termica  $U$  è il flusso di calore che nelle condizioni di regime stazionario passa attraverso 1 mq di superficie di un componente edilizio stratificato, quando la differenza di temperatura fra le superfici dell'elemento è pari a 1K.

La Trasmittanza  $U$  è l'inverso della Resistenza  $R_t$

$$U = 1/R_t$$

La trasmittanza  $U$  è il parametro più importante e significativo della progettazione dell'involucro perché ad esso fanno riferimento sia tanti fenomeni fisici sia perché è posto alla base di molte prescrizioni normative e legislative del settore edilizio.

**Densità  $\rho$  [kg/mc]** – La densità  $\rho$  (rho) di un materiale è il rapporto tra la massa e il volume di tale elemento.

**Capacità termica  $C_p$  [J/kg K]** – La Capacità termica  $C_p$  è caratteristica peculiare di un materiale e rappresenta la quantità di calore (espressa in Joule) necessaria per alzare (o abbassare) di 1 grado Kelvin una quantità di materia pari a 1 kg.

**Trasmittanza termica periodica**  $Y_{ie}$  [W/mq K] – La trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$  è il parametro che valuta la capacità di un elemento opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore.

**Fattore di attenuazione**  $f_a$  [-] – Il fattore di attenuazione  $f_a$  rappresenta il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo:

$$f_a = Y_{ie} / U$$

**Coefficiente di sfasamento**  $\Phi$  [ore] – Il coeff. di sfasamento  $\Phi$  ( $f_i$ ) rappresenta il ritardo, espresso in ore, tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispondente dell'onda termica interna all'ambiente abitativo. L'involucro deve proteggere e assicurare benessere abitativo ai fruitori della scuola sia durante l'inverno sia durante l'estate, periodo nel quale la struttura è utilizzata dai corsi estivi oltre che dal personale scolastico.

Noi siamo abituati a metterci il cappotto in inverno per poi passare ad abiti più leggeri man mano che avanza il caldo. Un edificio no. Deve mantenere lo stesso "vestito" in tutte le stagioni, pertanto è necessario che la stratigrafia che andiamo a progettare assicuri analoga protezione e comfort in tutte le stagioni e in tutti i climi.

La strategia progettuale prevede il progetto delle stratigrafie delle pareti e della copertura in condizioni invernali e la verifica che le stesse stratigrafie assicurino un buon comfort anche in clima estivo.

Il termine  $Q_t$  della nostra equazione rappresenta la perdita del calore per trasmissione, perdita che dobbiamo minimizzare. In inverno l'escursione termica giornaliera è sempre piuttosto ridotta e la temperatura interna che vogliamo mantenere (20 °C) è sempre maggiore di quella esterna, per cui il flusso di calore tende a disperdersi verso l'esterno. Tale fenomeno è descritto da questa equazione:

$$Q_t = U \times A \times (T_e - T_i)$$

L'equazione spiega che il calore all'interno della scuola, che ha temperatura  $T_i$  più alta di quella esterna  $T_e$ , tende ad uscire attraverso i muri esterni, in una quantità direttamente proporzionale alla trasmittanza  $U$  del muro e all'area della loro superficie  $A$  esposta verso l'esterno.

Per ottenere un basso valore di  $Q_t$  dobbiamo utilizzare una stratigrafia che assicuri un basso valore di  $U$  e, come abbiamo visto, ciò significa utilizzare materiali con bassa conduttività termica  $\lambda$  e alti spessori. Per inciso dalla relazione qui sopra si vede che la perdita  $Q_t$  aumenta proporzionalmente alla superficie  $A$  della parete rivolte verso l'esterno, per cui una buona progettazione cerca di minimizzare tale area  $A$ .

A seconda della tipologia e della tecnologia utilizzata nella costruzione dell'edificio, le **pareti esterne** possono essere realizzate con differenti modalità e differenti materiali. La modalità più diffusa ora prevede che la parete abbia uno strato avente funzione portante caratterizzato anche da una certa massa (pietra, muratura, blocco in laterizio, cemento armato, legno massiccio, Xlam, calcestruzzo cellulare alveolato...) e uno strato avente preminente funzione di isolamento termico. Questo strato isolante può essere posto sull'esterno e allora prende il nome di "cappotto termico" o fra due strati (e allora si parla allora di isolamento in intercapedine) o all'interno (e allora si parla di isolamento interno). Quando possibile è da preferire la soluzione "a cappotto" esterno.

Anche il pacchetto di chiusura in **copertura** può essere realizzato con diverse modalità. Le più

diffuse sono quelle con soletta in latero-cemento o in soletta piena in cca avente funzione portante e l'isolante posto sull'esterno o sull'interno e quella con assito in legno sorretto dalla sottostruttura in travatura di legno e isolamento posto sull'esterno. Le due tipologie si differenziano per la diversa massa degli strati portanti (solaio in latero-cemento/cca e assito in legno).

Una volta progettate per l'isolamento e il comfort invernale, le medesime stratigrafie vengono sottoposte alle verifiche estive che prendono spunto dalle seguenti considerazioni. In estate assistiamo ad una forte escursione termica fra le ore dell'alba, quelle del mezzogiorno, quelle del tardo pomeriggio e quelle serali. Durante la notte e specialmente nelle prime ore del mattino la temperatura esterna è più fresca rispetto a quella interna, mentre con l'andare delle ore la temperatura esterna diventa sempre più elevata, supera quella interna e, nelle giornate più calde, può provocare un fastidioso surriscaldamento degli ambienti interni.

Per evitare il ricorso al condizionamento che richiederebbe molta energia, si può adottare questa strategia: le pareti e la copertura che abbiamo progettato dovrebbero attenuare notevolmente l'onda di calore esterna delle ore calde e rallentare il suo ingresso all'interno di almeno 12 ore. In questo modo il calore del mezzogiorno entrerebbe all'interno dell'edificio in quantità molto ridotta e soprattutto quando la temperatura esterna è più fresca: l'apertura di una finestra potrà così smaltire verso l'esterno il calore entrato. Parimenti il fresco della notte entrerebbe, mitigato, nelle ore calde apportando quindi un beneficio.

Per svolgere questa funzione le pareti e la copertura devono essere dotate di massa, assicurata dalla densità  $\rho$  dei materiali e dal loro spessore  $d$ , di una buona capacità di assorbire e poi cedere lentamente il calore accumulato, assicurata dalla capacità termica  $C_p$ , oltre che dai buoni valori di conduttività termica  $\lambda$  già previsti per il progetto invernale.

Queste caratteristiche forniranno quella che abbiamo chiamato Trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$ , che deve avere il valore più basso possibile, così come il Fattore di Attenuazione fa, mentre lo sfasamento orario  $\Phi$  deve essere di almeno 12 ore. Il calcolo di queste tre grandezze può essere facilmente effettuato con i software disponibili anche gratuitamente in rete.

Il DM 26/06/2015 nell'all. 1, art. 3.3 commi 4b) e c) recita:

*A esclusione della zona F, per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione  $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/mq}$ , verificare che:*

• *per le pareti opache verticali (...) sia rispettata almeno una delle seguenti condizioni:*

–  $M_s > 230 \text{ kg/mq}$

–  $Y_{ie} < 0,10 \text{ W/mq K}$

• *per tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che:*

–  $Y_{ie} < 0,18 \text{ W/mq K}$

Il DM 11/10/2017 (Criteri Ambientali Minimi) all'art. 2.3.2 dell'Allegato, per garantire un adeguato comfort interno richiede anche che la stratigrafia progettata preveda una Capacità termica areica periodica ( $C_{ip}$ )  $\geq 40 \text{ kJ/mq K}$ . Anche questo parametro può essere ottenuto dal software di calcolo. Indicativamente i valori di  $U$  delle pareti e della copertura necessari ad una progettazione NZEB dovrebbero essere compresi fra 0,15 e 0,20  $\text{W/mq K}$ . Anche le componenti **vetrate** sono parte integrante dell'involucro e rappresentano, nello stesso tempo, la debolezza e la forza di un edificio a bassa energia.

Ne rappresentano la debolezza perché sono l'elemento che più disperde energia (il vetro ha meno resistenza termica della parete) e ne rappresentano al contempo la forza perché, oltre a garantire luce, visuale e godimento del mondo esterno, garantiscono quel fondamentale apporto di energia solare che abbiamo indicato con  $Q_s$  nella nostra equazione-guida.

Quindi una finestra grande disperde molta energia ma, nel contempo, ne guadagna molta. Sul termine  $Q_s$  torneremo più avanti mentre ora prendiamo in considerazione la sola caratteristica di "componente debole" dell'involucro.

I parametri che caratterizzano una **finestra**, una **portafinestra**, una **vetrata** o un **lucernaio** sono i seguenti:

**Trasmittanza termica  $U_g$  [W/mK]** – la trasmittanza termica  $U_g$  (dove  $g$  sta per glass, vetro) è il flusso di calore che attraversa 1 mq di componente vetrata in regime stazionario quando la differenza di temperatura fra le superfici dell'elemento è pari a 1K. Fino agli anni '70 sulle finestre venivano installati vetri semplici cioè a lastre singole, poi la tecnologia ha prodotto il cosiddetto vetro-camera composta da due lastre separate da una camera d'aria, poi l'aria dell'intercapedine è stata sostituita da gas Argon o Krypton. Ora è possibile utilizzare vetrocamera a triplo vetro e due intercapedini.

Ognuna di queste innovazioni ha migliorato (cioè diminuito) il valore di  $U_g$ .

**Trasmittanza termica  $U_f$  [W/mK]** – la trasmittanza termica  $U_f$  (dove  $f$  sta per frame, telaio) è il flusso di calore che attraversa 1 mq di telaio in regime stazionario quando la differenza di temperatura fra le superfici dell'elemento è pari a 1K.

**Trasmittanza termica lineare  $\Psi$  [W/mK]** – la trasmittanza termica lineare  $\Psi$  (psi) è il flusso di calore che attraversa 1 metro lineare di distanziale in regime stazionario quando la differenza di temperatura fra le superfici dell'elemento è pari a 1K.

**Trasmittanza termica  $U_w$  [W/mK]** – la trasmittanza termica  $U_w$  (dove  $w$  sta per window, finestra) è il flusso di calore che attraversa 1 mq di finestra in regime stazionario quando la differenza di temperatura fra le superfici dell'elemento è pari a 1K.

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + U_f \cdot A_f + \Psi \cdot l}{A_g + A_f}$$

dove:

$A_g$  = area della superficie vetrata (mq)

$A_f$  = area della superficie del telaio esposta verso l'esterno (mq)

$l$  = perimetro dei vetri (m)

Orientativamente i valori dei parametri della finestra necessari a una progettazione NZEB dovrebbero essere:

$$U_g = 0,6 \text{ W/mqK}$$

$$U_f = 1,0 \text{ W/mqK}$$

$$\Psi = 0,026 \text{ W/mK}$$

Negli edifici a bassa energia assume molta importanza la corretta posa in opera di un infisso perché un cattivo montaggio andrebbe ad annullare le caratteristiche termiche elevate dei singoli componenti. Il protocollo Passivhaus tiene conto del montaggio nel valore della trasmittanza globale di un infisso  $U_w$ .

### Ponti Termici

In corrispondenza di un cambiamento dell'andamento geometrico, della modifica dello spessore o della variazione della stratigrafia di una parete esterna si instaura un fenomeno denominato Ponte Termico il quale, in sostanza, rappresenta una brusca variazione dell'andamento delle isoterme interne allo spessore del muro e una variazione di densità del flusso termico.

Il caso più frequente di ponte termico è dato dalla discontinuità della parete dovuta alla presenza di un pilastro in cca. In corrispondenza del pilastro la temperatura della superficie esterna della parete aumenta, disperdendo inutilmente prezioso calore mentre la temperatura della superficie interna diminuisce provocando, spesso, le condizioni per la muffa o la condensa superficiale. Il Ponte Termico rappresenta una forte perdita di calore e, quindi, di energia.

Una buona progettazione deve sempre risolvere i ponti termici per assicurare che la temperatura minima della superficie interna dei muri non si abbassi mai al di sotto dei 17 °C.

Un progettista deve saper individuare tutti i ponti termici presenti in un edificio esistente che intende riqualificare o nel progetto che sta redigendo, deve verificare con un apposito software le eventuali conseguenze e risolverlo opportunamente.





## Ventilare senza disperdere calore, ovvero come tenere basso il parametro Qv

In tutti gli edifici e, a maggior ragione in una scuola, è necessario ricambiare correttamente l'aria affinché si possa raggiungere e conservare un elevato comfort abitativo che aiuta a mantenere viva l'attenzione e la concentrazione degli studenti. Per ottenere un elevato benessere ambientale è necessario tenere regolata la temperatura, l'umidità relativa, la concentrazione di CO<sub>2</sub> e smaltire l'aria ormai esausta. Tutte queste funzioni vengono svolte dal ricambio costante dell'aria.

Ma il ricambio naturale dell'aria si porta con sé anche una conseguenza negativa: quando smaltisco l'aria esausta elimino le impurità o il cattivo odore che contiene ma al contempo perdo anche il calore contenuto in essa. È un po' come "buttare il bambino con l'acqua sporca". Se poi la temperatura esterna è a 0°C, l'aria che entra è fredda e devo impiegare energia per produrre il calore necessario per riscaldarla da 0 a 20 °C. Questa è la Perdita per ventilazione che abbiamo indicato con Qv nella nostra equazione-guida, perdita che è necessario limitare o annullare con il nostro progetto.

La perdita di energia dovuta al ricambio d'aria l'abbiamo sempre considerata uno spreco inevitabile. Ora non è più così. Grazie ad una felice intuizione che ha portato all'invenzione della VMC, ovvero della **Ventilazione Meccanica Controllata** ad alta efficienza e basso consumo.

Il principio su cui si basa è semplice e al contempo geniale: butto l'acqua sporca e mi tengo il bambino. Cioè elimino l'aria esausta ma mi tengo il calore che essa possiede e lo cedo all'aria che sta entrando. Cioè preriscaldo l'aria che entra con il calore dell'aria che esce attraverso un semplicissimo scambiatore di calore statico. In questo modo l'aria esterna che ha 0°C prima di essere immessa all'interno della scuola viene preriscaldata a 19 o anche 20 °C. In questo modo ho bisogno di poco calore per mantenere la temperatura interna ai 20 °C.

**La tenuta all'aria.** Un luogo comune da sfatare riguarda il detto che "una parete deve respirare" ossia deve essere attraversata dal flusso dell'aria. Questa errata convinzione va invece corretta così "una parete deve traspirare" ossia essere attraversabile dal vapore (per diffusione) e non dall'aria.

Le pareti e la copertura di un edificio NZEB, così come pure gli infissi, non devono permettere all'aria interna di uscire (tenuta all'aria) e devono evitare che il vento esterno (e la pioggia) possa entrare (tenuta al vento) e questo per tre ragioni: per evitare spifferi che possano creare discomfort alle persone, per evitare di disperdere il calore interno e quindi diminuire l'efficienza energetica dell'edificio e, infine, per evitare che l'aria interna carica di umidità penetri per convezione negli interstizi dei muri e della copertura e, trovando inevitabilmente un punto più freddo, si accumuli e condensi (cioè diventi acqua).

Quest'ultima conseguenza può essere causa, oltre che di una notevole diminuzione della resistenza termica, di un pericoloso degrado strutturale. La tenuta all'aria è un parametro al quale i protocolli di qualità CasaClima e Passivhaus assegnano molta importanza, tanto da verificarlo con il Blower Door test, mentre non è preso in considerazione dalla normativa italiana. La prova Blower Door misura, tramite rilievi strumentali in sito, la permeabilità dell'edificio e verifica che tale permeabilità sia conforme a quanto stabilito dal protocollo tecnico. Il valore n50 rilevato dal BDT per un edificio Passivhaus e una CasaClima Gold deve essere inferiore a 0,60 ricambi orari mentre per una CasaClima A deve essere inferiore a 1,5 volumi/ora.

### L'apporto interno gratuito $Q_i$

Si chiama guadagno o apporto interno gratuito  $Q_i$  il calore che gli abitanti o i fruitori di un edificio, i macchinari e gli elettrodomestici cedono gratuitamente all'edificio. Il valore di questo apporto può essere ricavato dalle tabelle normative e dipende appunto dal numero di persone e di macchinari presenti. Chiaramente in inverno questo apporto interno aiuta a diminuire il fabbisogno energetico mentre in estate può, a volte, peggiorare una situazione di surriscaldamento: accendere il ferro da stiro in inverno può dare piacere mentre accenderlo in un torrido pomeriggio di fine luglio non ottiene lo stesso risultato.

### L'apporto solare gratuito $Q_s$

Si chiama Casa Passiva perché si scalda passivamente (cioè senza impianti attivi accesi) sfruttando l'energia solare. Il sole in inverno scalda e in estate surriscalda. Quindi se in inverno è vantaggioso far entrare in casa più energia solare possibile, in estate è necessario limitarla.

La progettazione di una nuova scuola deve orientare la pianta al fine di ottimizzare l'energia solare tenendo in debito conto il cammino apparente del sole nel cielo. Il lato più vantaggioso, dove quindi posizionare quanto più aule è possibile, è il sud in quanto in inverno il sole è abbastanza basso da penetrare nelle stanze e in estate è così alto che per proteggere le finestre dai suoi raggi è sufficiente installare una piccola pensilina.

Al nord il sole non arriva mai per cui fa più freddo ma la luce è pulita, nitida. Sul lato nord si possono collocare sia locali tecnici che non vanno riscaldati sia biblioteche e sale da disegno poiché la luce solare non fa ombra sul foglio, non disturba la lettura e non danneggia i libri e i quadri.

Il lato est è illuminato per buona parte dell'orario di lezione, la temperatura non è estremamente bassa in inverno ed è gradevole nelle mattine fra marzo e settembre, poi nel pomeriggio non riceve più i raggi solari diretti. Il lato est si adatta bene ad uso aule e direzionale, è il lato più confortevole in estate. Infine il lato ovest: in inverno non riceve il sole diretto nelle ore di scuola e in estate durante la mattina gode di un buon fresco mentre nel pomeriggio si surriscalda fino a sera.

Il progetto deve prevedere e studiare attentamente la posizione e la dimensione delle finestre e il sistema di oscuramento e ombreggiamento. Due parametri importanti da tenere in considerazione nella scelta dei vetri delle finestre sono la Trasmittanza Luminosa TL e il Fattore Solare g (o anche FS). La TL è la percentuale di luce che attraversa i vetri: un vetro con TL basso protegge da una forte luminosità ma non sfrutta appieno la luce solare nelle giornate nuvolose.

Il Fattore Solare g rappresenta la percentuale di energia solare che penetra attraverso i vetri: più è basso il valore di g e meno apporti solari  $Q_s$  entrano dalla finestra.

Il sistema di oscuramento più adatto alle esigenze scolastiche è quello dato dalle lamelle orizzontali (veneziane) orientabili: attraverso i meccanismi di regolazione si può ottenere il grado di illuminamento desiderato e si può regolare l'energia solare entrante.

Per evitare il surriscaldamento delle coperture piane soggette maggiormente all'irradiazione diretta del sole e diminuire così il calore interno è buona pratica realizzare o trasformare le coperture in tetti verdi o cool-roof. I primi sono piccoli giardini che ospitano terriccio, erba e piante adatte alla posizione mentre i secondi sono rivestimenti o verniciature che riflettono i raggi solari incidenti diminuendo così il loro assorbimento che può causare il surriscaldamento dell'elemento.

## Un percorso virtuoso

Attraverso gli step di progettazione che abbiamo visto finora abbiamo raggiunto l'obiettivo che ci eravamo posti: annullare o almeno minimizzare il fabbisogno energetico della scuola. A questo punto possiamo passare alla seconda parte della definizione di NZEB introdotta dalla Comunità Europea: *Il fabbisogno energetico  $Q_h$  molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.*

Già sappiamo perché la Comunità Europea ci chiede di utilizzare solo fonti rinnovabili: perché sono pulite, perché non emettono  $CO_2$  e PM-10, perché le possiamo autoprodurre senza doverle comprare dall'estero ed essere così non più ricattabili dalla complicata situazione politica internazionale.

Rinunciare al carbone, al petrolio e ai loro derivati vuol però anche rinunciare a tutta la potenza termica che possono garantire: con le fonti rinnovabili (sole e vento) possiamo riscaldare solo edifici con basso fabbisogno energetico. Ed è proprio questo il percorso virtuoso che abbiamo intrapreso:

- realizzare edifici che abbiano un bassissimo (quasi nullo) fabbisogno energetico
- il fabbisogno molto basso permette di utilizzare impianti a bassa potenza che utilizzano non petrolio ma corrente elettrica. Questi impianti si chiamano pompe di calore elettriche. Una caldaia a metano per produrre 1 kWh di energia termica richiede 1 kWh di energia fornita dal metano, una pompa di calore, invece, fornisce 1 kWh di energia termica utilizzando solo 0,25 kWh di energia elettrica.

Cioè fornisce in uscita 4 volte l'energia fornita in entrata. Questo significa che il fabbisogno energetico dell'edificio, che già era basso, diventa ora addirittura pari a 1/4, cioè bassissimo

- a questo punto la poca energia elettrica che devo fornire alla pompa di calore la posso ricavare dai pannelli fotovoltaici che installerò sulla mia copertura
- risultato: ho costruito una scuola che richiede poca energia e che mi garantisce un elevato comfort abitativo, non utilizza petrolio e carbone che sono fonti non rinnovabili, non surriscalda il pianeta (perché non emette  $CO_2$ ), non inquina la città (perché non emette pm-10) e costa come una scuola non NZEB. E qui si chiude il cerchio di un percorso virtuoso.

## GLI IMPIANTI PER UNA SCUOLA NZEB

### VMC – Ventilazione Meccanica Controllata

La VMC rappresenta il sistema più efficace per controllare le condizioni dell'aria interna in edifici NZEB. L'impianto ricambia l'aria in continuità immettendo aria pulita, filtrata e pre-riscaldata nei locali "nobili" (aule, biblioteca, sala da disegno, aula riunioni, uffici, mensa, palestra...) e prelevando l'aria esausta da bagni, cucine, spogliatoi.

L'aria estratta va a cedere calore all'aria entrante tramite uno scambiatore. L'efficienza dello scambiatore determina la temperatura dell'aria in entrata: maggiore è l'efficienza dello scambiatore, maggiore sarà la quantità di calore scambiato e quindi più elevata sarà la temperatura dell'aria in entrata. Quando non è opportuno pre-riscaldare l'aria in entrata (esempio in estate) si può by-passare lo scambiatore di calore.

Una VMC può essere centralizzata (un unico impianto grande centrale) o decentralizzata (un piccolo impianto per ogni aula).

### **Pompa di calore elettrica**

La pompa di calore è una macchina in grado di prelevare energia termica da un ambiente a bassa temperatura e cederla a un altro ambiente a temperatura più elevata. Per effettuare tale processo la pompa di calore necessita di energia elettrica per il suo funzionamento.

*Funzionamento invernale:* un fluido (refrigerante) preleva l'energia termica a bassa temperatura dall'esterno tramite uno scambiatore di calore (evaporatore) e lo cede all'ambiente da riscaldare a un livello di temperatura più elevato, tramite un altro scambiatore (condensatore).

*Funzionamento estivo:* è possibile invertire la direzione di questo ciclo e utilizzare la stessa apparecchiatura anche per il raffrescamento estivo degli ambienti.

Il parametro che quantifica l'efficienza di una pompa di calore è indicato con COP (Coefficient Of Performance, Coefficiente di Prestazione) ed è definito come il rapporto tra l'energia termica trasferita all'ambiente più caldo e la quantità di energia consumata per trasportarlo. Tipici valore del COP sono compresi fra 2 e 4: un COP pari a 3 significa che per ogni kWh di energia elettrica consumato, la pompa di calore renderà 3 kWh d'energia termica all'ambiente da riscaldare.

Le sorgenti di energia termica a bassa temperatura necessarie per il suo funzionamento sono generalmente l'aria, l'acqua e il terreno (pompa di calore geotermica). Il fluido da riscaldare può essere direttamente l'aria dell'ambiente interno (sistema ad espansione diretta) o l'acqua che distribuisce successivamente il calore all'ambiente (sistema idronico) tramite opportuni terminali locali.

L'eventuale disponibilità di energia elettrica da fonti rinnovabili (pannelli fotovoltaici) rende l'utilizzo della pompa di calore particolarmente interessante in un'ottica di risparmio energetico e rispetto per l'ambiente.

### **Pannelli fotovoltaici**

I pannelli fotovoltaici producono energia elettrica continua utilizzando l'energia solare incidente per mezzo del cosiddetto effetto fotovoltaico. Un inverter trasforma poi la corrente continua in corrente alternata. Se necessario e vantaggioso, la corrente prodotta e non consumata può essere stivata in batterie di accumulo e utilizzata all'occorrenza.

### **Pannello solare termico (o collettore solare)**

Il pannello solare termico sfrutta la radiazione solare incidente e la converte in energia termica trasferendola poi ad un accumulatore termico. Usi: produzione di acqua calda sanitaria ACS e riscaldamento degli ambienti.

## RIQUALIFICARE ENERGETICAMENTE UNA SCUOLA ESISTENTE: SI PUÒ?

Spesso ci sentiamo domandare: ma si può riqualificare energeticamente un edificio o, meglio, una scuola esistente? La risposta è: **si deve!** Il parco edilizio scolastico è quanto di più variegato esista in termini edilizi: abbiamo scuole in edifici storici addirittura vincolati quale opere d'arte e scuole in capannoni periferici, edifici con le più diverse tipologie e tecnologie costruttive.

Eppure ogni scuola si può riqualificare ed è necessario riqualificarle tutte. Non tutte diventeranno NZEB ma ogni intervento sarà una preziosa opportunità di ammodernare, ristrutturare e aumentare il comfort degli edifici scolastici. Il percorso progettuale che abbiamo qui suggerito può essere utilmente intrapreso anche in caso di intervento su edifici esistenti.

### Considerazioni conclusive

La scuola è il primo contatto fra il cittadino e lo Stato. L'edificio-scuola è il luogo dell'accoglienza e della cultura. Deve essere bello, luminoso, attraente. Deve essere confortevole e stimolante. A scuola si impara il rispetto. Verso sé stessi, verso gli altri, verso la natura, verso l'ambiente, E verso la scuola. NZEB significa vivere bene senza sprecare. E i bambini saranno i primi a capirlo e a parlarne a casa.

Può apparire un paradosso ma una scuola che consuma molto e che quindi costa molto è una scuola nella quale si vive male, in cui il comfort abitativo è basso. E allora l'obiettivo non è diminuire l'energia ma alzare il comfort.

La progettazione va affrontata con un approccio olistico: coibentare correttamente le pareti e la copertura è il primo passo verso il benessere abitativo, la progettazione delle finestre deve essere raffinata in modo da ottenere al contempo la giusta energia in inverno, la protezione dal surriscaldamento estivo, la corretta gestione della luce solare che deve illuminare senza abbagliare e si deve integrare con l'illuminazione artificiale. L'orientamento sfrutterà il cammino apparente del sole per utilizzare appieno la sua energia pulita.

La progettazione dovrà essere sviluppata in forma integrata e parallela da un team di specialisti dei diversi settori: architettura, struttura, energia, impianti, comfort e interior design. La scelta di ogni singolo materiale sarà guidata dai criteri dell'*economia circolare* (espressi anche dai CAM), dalla loro sostenibilità attraverso la valutazione LCA (energia richiesta per l'intero ciclo di vita del materiale o dell'attrezzatura), dal risparmio energetico e delle risorse: illuminazione con led, rubinetti a tempo e con diffusori per non sprecare acqua, sensori di presenza per non illuminare inutilmente ambienti vuoti, riuso dell'acqua piovana e delle acque grigie nei wc.

Si può costruire una scuola efficiente e si può efficientare una scuola esistente, qualunque scuola, anche le più vecchie. Basta volerlo. NZEB come stile di vita da vivere a scuola.



## **4. Il marchio di qualità per la sicurezza sismica degli edifici**

È possibile oggi, in Italia, identificare le costruzioni progettate e realizzate ponendo la massima attenzione sulla sicurezza sismica?



SISMA SAFE è il marchio di qualità che risponde a questa domanda, creato con lo scopo di comunicare alle persone, in maniera semplice e intuitiva, la sicurezza sismica degli immobili. Il marchio SISMA SAFE viene rilasciato dall'Associazione omonima, nata in seguito all'esigenza di alcuni albergatori Marchigiani che, dopo gli eventi drammatici del 2016, volevano assicurare i clienti sulla sicurezza delle proprie strutture ricettive.



### **Con quali criteri viene rilasciato il marchio?**

L'Associazione si è affidata all'esperienza di professionisti ed enti che da anni si adoperano nell'ambito delle valutazioni di vulnerabilità sismica delle strutture, del monitoraggio dinamico delle stesse e dello studio di tecniche innovative per la protezione degli edifici a fronte della sollecitazione sismica quali l'ENEA, l'Università di Camerino e l'AICQ Nazionale. In collaborazione con loro L'Associazione ha redatto un disciplinare tecnico e ha predisposto la procedura per il rilascio del marchio.

I requisiti essenziali richiesti il rilascio del Marchio sono: la descrizione dettagliata dell'edificio e del contesto in cui esso è inserito, la determinazione dell'input sismico al sito, la progettazione con basso livello di danno e una particolare attenzione alle caratteristiche degli elementi non strutturali.

### **Che significato ha il marchio per chi lo ottiene?**

Chi ottiene la licenza d'uso del marchio per il proprio immobile può esporre una targa, un attestato e delle vetrofanie con il logo SISMA SAFE, sui quali è apposto un codice QR, grazie al quale è possibile verificare in tempo reale se l'edificio rispetta "l'approccio virtuoso" in termini di qualità e sicurezza sismica promosso dall'Associazione.

Tramite il marchio, gli "ospiti" di un edificio pubblico o privato, per esempio una scuola un ospedale o un opificio, o anche di una struttura ricettiva, hanno la possibilità di conoscere l'attenzione posta nella sua costruzione o riqualificazione strutturale, e di trascorrere serenamente il proprio tempo all'interno dell'immobile. Al contempo chi ha speso tempo e risorse per realizzare un nuovo edificio o ristrutturarlo, ponendo la massima attenzione alla sua sicurezza antisismica, vede riconosciuto e premiato pubblicamente il suo impegno, traendone beneficio in termini di visibilità.

### **Le caratteristiche del marchio**

L'Associazione propone il marchio in due declinazioni: SISMA SAFE, identificato dal colore blu, pensato per edifici esistenti o adeguati sismicamente, e SISMA SAFE Gold, identificato dal colore

oro, pensato per edifici che, fin dalla fase progettuale, rispettano le indicazioni riportate all'interno del disciplinare tecnico o su cui sono state adottate particolari tecnologie antisismiche.

La richiesta del marchio può essere presentata all'Associazione SISMA SAFE da qualunque proprietario di un edificio, sia esso un privato o una pubblica amministrazione, tramite il form disponibile sul sito [www.sismasafe.org](http://www.sismasafe.org). Dopo la valutazione delle informazioni preliminari all'ottenimento del Marchio da parte dell'Associazione, l'iter prevede l'invio alla stessa della documentazione elencata nel disciplinare tecnico, la sua valutazione a cura di Commissioni Tecniche appositamente nominate e si conclude con l'invio del kit SISMA SAFE e la pubblicazione della scheda dell'immobile sul portale dell'Associazione.

Per supportare il richiedente nell'iter di richiesta del Marchio, l'Associazione mette anche a sua disposizione un elenco di professionisti accreditati, ingegneri, architetti, geometri e geologi, che operano un controllo preliminare sulla documentazione da inviare e si occupano del caricamento nel portale degli elaborati richiesti dal disciplinare.

Uno dei valori aggiunti del Marchio SISMA SAFE è che, a seguito del suo rilascio, l'Associazione ne supervisiona il mantenimento nel tempo. Essa infatti, attraverso Commissioni di Vigilanza appositamente nominate, si accerta che i documenti presentati, in sede di richiesta e per il mantenimento del Marchio, siano conformi al reale stato dell'edificio. Tale supervisione permette di garantire al proprietario dell'edificio e ai suoi "ospiti" il livello di sicurezza e di qualità attestati dal Marchio SISMA SAFE.

## **5. Case History**

Tecnologie e prodotti in opera

## Complesso scolastico a Spoleto

### Intervento di ripristino dopo il terremoto del 2016

*Luigi Franciosini – Architetto e Professore Ordinario, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre*

*Cristina Casadei – Architetto e PhD, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre*

*Il complesso scolastico, caratterizzato dalla presenza di un tamponamento in tavelloni di laterizio faccia a vista, è stato progettato nell'ambito del programma finalizzato al ripristino urgente degli edifici scolastici irrimediabilmente danneggiati dal disastroso terremoto che il 24 agosto 2016 ha colpito il centro Italia.*



Il programma di ricostruzione delle scuole, a seguito al sisma che ha colpito il centro Italia nell'agosto 2016, è stato avviato sulla base del Decreto legge 189/2016 con l'obiettivo di assicurare il ripristino, nel corso dell'anno scolastico 2017-2018, delle condizioni necessarie per la ripresa ovvero per lo svolgimento, nelle aree terremotate, della normale attività educativa e didattica. Il programma straordinario si articolava in tre distinte azioni:

- adeguamento sismico degli edifici scolastici che hanno avuto un esito di agibilità "E"1;
- montaggio e smontaggio di moduli scolastici provvisori per le scuole che verranno riparate;
- ricostruzione degli edifici scolastici che, a causa dei danni subiti, non possono essere riparati.

Relativamente all'ultima azione l'obiettivo specifico era la progettazione e la realizzazione urgente di 21 edifici scolastici, individuati dall'ex Commissario straordinario per la ricostruzione Vasco Errani, da realizzare in Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria.

La funzione di centrale unica di committenza è stata assunta dall'Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo di impresa (Invitalia) mentre i Comuni e le Province proprietarie degli immobili da sostituire si sono occupati della demolizione delle vecchie strutture danneggiate, dell'individuazione delle aree su cui realizzare il nuovo edificio, dei rilievi e delle relazioni geotecniche e geologiche. Infine, per la progettazione è stato chiesto il supporto dei Dipartimenti di Architettura e di Ingegneria di alcune Università italiane, coordinate dall'allora Rettore dell'Ateneo di Roma Tre prof. Mario Panizza, in qualità di responsabile CRUI.

Il progetto del complesso scolastico di Spoleto è il risultato di un'attività di ricerca svolta dal Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre e dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna, con il coordinamento e la responsabilità scientifica del prof. arch. Luigi Franciosini e il coinvolgimento di competenze nei vari settori disciplinari: dalla progettazione architettonica alla progettazione strutturale, dalla progettazione impiantistica alla tecnologia dei materiali, dalla sicurezza alle previsioni economico-finanziarie. Il complesso, il cui progetto è stato realizzato in tempi rapidissimi, è stato immaginato come una piccola città ai bordi del centro antico di Spoleto, con le corti, le gallerie e gli slarghi, le stanze e i giardini interni. L'immagine architettonica che ne deriva è quanto mai radicata nel paesaggio della tradizione: rimanda a quella dei grandi impianti a corte ordinariamente disposti nella città a descrivere la vita delle comunità. Nei suoi spazi recepisce il contenuto funzionale del modello educativo, aprendosi alle attività culturali promosse dalla collettività.

L'architettura della scuola è portatrice di valori che scaturiscono dalla tradizione; dalle sue forme e dai suoi materiali emerge il senso della *continuità* nella dimensione in perenne divenire dell'innovazione. Rifiuta l'eccentricità e l'individualismo; richiede un linguaggio semplice, razionale e intellegibile. Non accetta forme provvisorie ed effimere; è promessa di durata: riceve dal tempo la sua identità, garantendo resistenza e longevità. L'architettura della scuola è durevole proprio perché di tutti. La *semplicità*, la *chiarezza* e la *sobrietà* ne identificano il carattere architettonico.

### L'area di intervento

Il plesso scolastico di nuova realizzazione, costituito dalla scuola materna Prato Fiorito, dalla scuola media Dante Alighieri e da una palestra di tipo A/2, si inserisce nel contesto periferico a ovest del nucleo storico di Spoleto, in un'area di circa 11.000 mq, posta tra la Piazza Dante Pirelli (nei pressi della struttura Ospedaliera San Matteo degli Infermi) e l'Istituto Professionale De Carolis presso Via Valadier.

L'area di intervento è fortemente caratterizzata, tanto dal punto di vista geomorfologico che topografico, dalla presenza di un impluvio naturale. L'acquifero, che segna una fascia di inedificabilità di 10 metri, suddivide l'area in due porzioni individuando, sul versante a ovest, un lungo e stretto corridoio, caratterizzato da una pendenza piuttosto elevata e costante digradante in direzione nord-est, e, su quello opposto, a oriente, un'area fortemente scoscesa che dalla quota bassa del fosso, si ricongiunge, salendo, a Via Valadier.

Lungo il corso d'acqua si allinea una massa vegetazionale tipica della fascia fluviale, inserita in un più vasto contesto di terreni seminativi. L'area d'intervento risulta facilmente accessibile sia da est, da Via Valadier, sia da nord, in corrispondenza del parcheggio di proprietà demaniale, loca-

lizzato nei pressi della struttura ospedaliera. Questa condizione permette una doppia possibilità per l'ingresso carrabile (da riservare al servizio dei mezzi di soccorso e alla sosta dei diversamente abili) e una razionale organizzazione dei percorsi di avvicinamento di tipo pedonale e ciclabile. Per rendere organico e continuo il sistema delle percorrenze che mette in relazione le diverse parti del complesso scolastico, è prevista la realizzazione di una passerella ad esclusivo uso ciclo-pedonale, atta a superare il limite del fosso.

## **Il complesso scolastico**

L'organizzazione planimetrica del complesso scolastico integra gli elementi strutturali del paesaggio sopra descritti con i requisiti del programma: topografia, geomorfologia, caratteri della vegetazione, visuali e infine elementi funzionali, quali criteri di accessibilità, di parcheggio, di distribuzione delle percorrenze interne e orientamento delle diverse attività, convergono trovando organizzazione in un'immagine unitaria. Così, al fine della salvaguardia del profilo naturale del terreno e delle visuali aperte sul territorio, le volumetrie delle tre unità funzionali che compongono l'organismo sono state contenute nello sviluppo in altezza, assecondando e sfruttando l'assetto morfologico delle aree di progetto.

Le scuole media e materna occupano la fascia di terra a ovest del fosso, disponendosi su terrazzamenti digradanti da sud a nord. Sul piano organizzativo, la tipologia adottata è quella a pettine che vede l'alternarsi, con sequenza regolare, di padiglioni bassi – con sviluppo monopiano – e cortili interni, veri e propri giardini destinati alla didattica all'aperto ma anche allo svago. Un percorso assiale tiene assieme i padiglioni e consente l'accesso su entrambi i lati alle attività didattiche e ai servizi a esse subordinati.

Particolare importanza è riservata all'orientamento elioterminico delle attività didattiche e laboratoriali che vengono esposte verso sud ed est al fine di garantire loro un buon coefficiente di illuminazione naturale in corrispondenza degli orari delle lezioni, principalmente concentrate nella mattina. La palestra è invece posta nell'area libera a est, lungo il pendio della collina già interessato dalla preesistenza dell'istituto professionale. Rappresenta un contrappunto visuale agli edifici scolastici che, verso ponente, assecondano la pendenza dell'acquifero. La condizione planimetrica della palestra, disposta ortogonalmente all'andamento del suolo, fa sì che essa, attraverso l'articolazione interna su due livelli, si raccordi alle quote del sito, facilitando l'accesso e l'utilizzo da parte degli studenti dell'istituto professionale e della collettività, oltretutto degli utenti della scuola media.

## **Programma funzionale e articolazione degli spazi**

Le scuole sono state dimensionate sulla base degli indici desunti dal D.M. 18.12.1975 e delle indicazioni contenute nelle Linee Guida per l'Edilizia Scolastica del 2013. Per quanto concerne la scuola media, sono state previste 8 classi, organizzate in 3 sezioni, per un totale di 200 studenti; mentre relativamente alla scuola materna, 4 sezioni per un numero complessivo di 120 bambini. Dando risposta al variegato programma funzionale, le scuole si articolano individuando con chiarezza i differenti spazi destinati alla didattica, all'amministrazione, alla mensa e ai servizi. L'agorà rappresenta la cerniera tra tutti gli edifici del complesso scolastico, ed è pertanto configurata come una piazza posta in posizione sommitale, tra il fabbricato della scuola media e di quella materna, connessa alla palestra attraverso il ponte pedonale – che da essa dipende tangenzialmente.



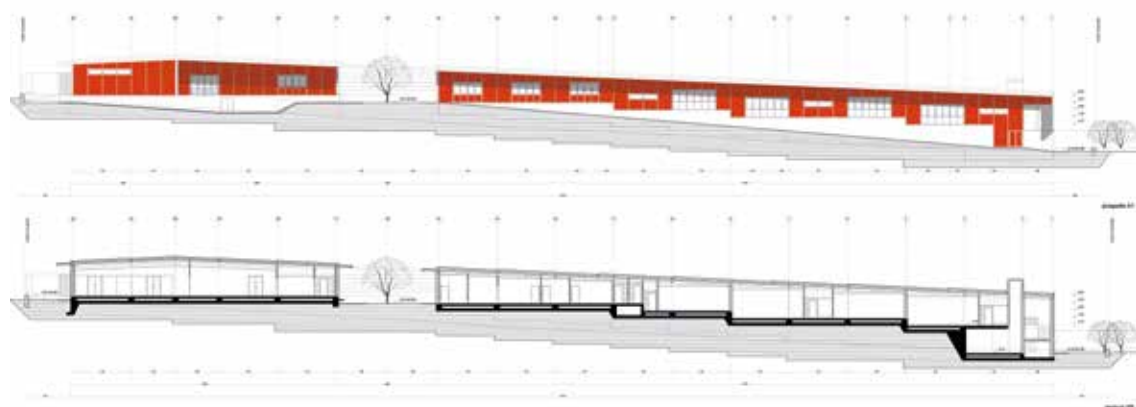
La Scuola Media. Direttamente sull'agorà si apre l'aula polivalente, concepita come uno spazio flessibile in grado di ospitare attività di interciclo oppure eventi, quali conferenze e spettacoli, aperti al pubblico, oltretutto l'atrio di accesso alla scuola. Il sistema di distribuzione degli spazi della scuola media, coerentemente all'assetto tipologico, è caratterizzato da una configurazione a pettine, di cui l'asse principale si sviluppa in lieve pendenza, assecondando l'andamento dei terrazzamenti. A ogni intervallo, il sistema di rampe prevede un ripiano orizzontale che dà accesso ai laboratori e dal quale ha origine il sistema di distribuzione planare delle aule. In fondo alla galleria, volta a nord in modo da non avere luce abbagliante, sono collocati la sala lettura e il sistema di distribuzione verticale che conduce al piano più basso ospitante la mensa e i relativi servizi, e direttamente connesso all'area a parcheggio.

Ogni unità pedagogica assicura flessibilità e adattabilità degli arredi in modo da assecondare le diverse esigenze e di consentire una potenziale relazione diretta, mediante pareti scorrevoli, con le aule attigue.

La Scuola Materna. Procedendo verso monte dall'agorà, attraverso una rampa, è possibile accedere alla scuola materna. Dall'atrio è possibile accedere ai tre principali spazi che compongono la scuola: l'amministrazione, l'unità pedagogica e, infine, la mensa. All'interno di ciascuna sezione è reso possibile lo svolgimento separato delle *attività ordinate*, da svolgersi a tavolino, delle *attività libere*, di carattere motorio o ludico, e delle *attività pratiche*, che includono l'uso dei servizi igienici e degli spogliatoi. Tra queste diverse funzioni è comunque prevista una divisione fisica mobile in modo da garantire un livello di separazione tra attività rumorose e silenziose.

Ogni sezione è integrata a uno spazio esterno di pertinenza. L'ambiente destinato alla mensa occupa il lato che chiude il recinto a est; il refettorio si affaccia sul giardino interno, luogo che, nelle stagioni climaticamente favorevoli, può essere utilizzato come estensione della sala stessa.

La Palestra. La palestra è dotata di un campo per il gioco della pallavolo nonché dei servizi necessari (deposito, spogliatoi atleti e spogliatoi istruttori, locale per la visita medica). Sono previsti due ingressi distinti: uno a valle, destinato sia agli studenti della scuola media sia a quelli frequentanti l'Istituto Professionale, e uno, per gli spettatori, facilmente raggiungibile da Via Valadier e dal parcheggio a essa antistante.



Al livello superiore, in diretto contatto con l'area sistemata a parcheggio, attraverso due passerelle che corrono sospese lungo i bordi del campo, si sviluppa l'area dedicata al pubblico: questa zona, distinta e non comunicante con quella delle attività fisiche e sportive, è organizzata con una piccola tribuna per una capienza massima di 60 utenti.

Le aree a verde. In relazione alle caratteristiche topografiche e idrogeologiche dell'area d'intervento, nell'obiettivo di rendere percorribili e utilizzabili gli spazi aperti destinati alle attività ludiche e fisico sportive, sono stati previsti lavori per l'adeguamento delle altimetrie e di contenimento dei terreni attraverso opere di ingegneria ambientale quali terrazzamenti sostenuti da gabbioni riempiti con pietra con piantumazioni arbustive.

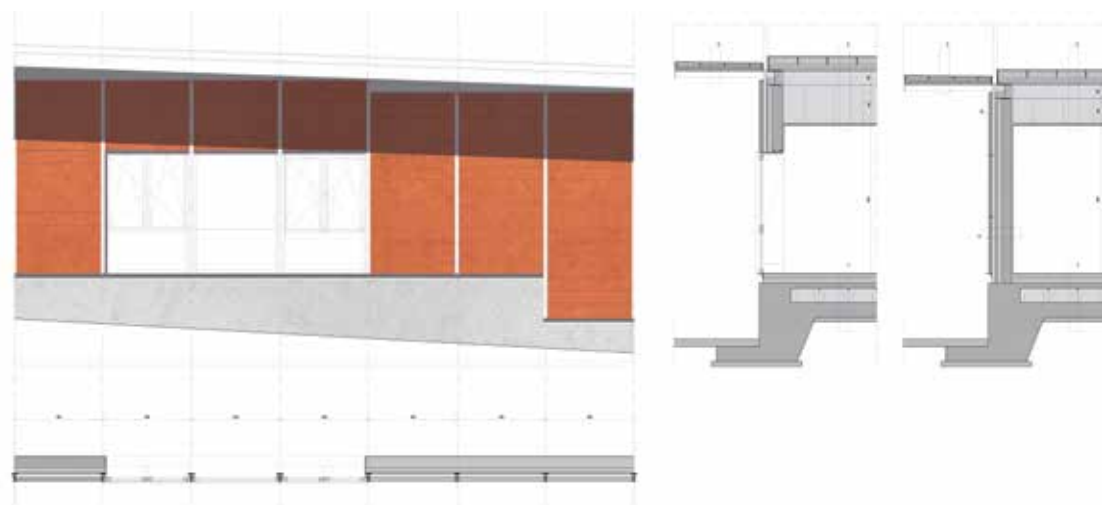
Al fine di conservare e difendere il paesaggio e l'ambiente, di assicurare alla collettività studentesca il corretto uso del territorio per scopi ricreativi, culturali, sociali, didattici e scientifici, e in coerenza con quanto previsto dalle Norme Tecniche di Attuazione del Comune di Spoleto, sono stati previsti interventi di piantumazione di specie arboree di fascia fluviale quali pioppi, salici, robinie e di vegetazione arbustiva tipica del greto.

### Soluzioni tecnologiche e costruttive

Secondo le finalità stabilite dall'Ordinanza 14/2017, emanata dal Commissario straordinario del Governo per la ricostruzione a gennaio 2017, le scuole dovevano essere realizzate con sistemi costruttivi tali da assicurare la velocità di posa e quindi tempi brevi di chiusura del cantiere. Il termine stabilito per la consegna dei fabbricati era l'inizio dell'anno scolastico 2017-2018.

Queste le motivazioni per cui è stata indicata l'adozione della tecnologia a secco per i nuovi edifici scolastici. L'assemblaggio a secco richiede, tuttavia, la predisposizione, già in fase progettuale, di sistemi di collegamento e integrazione tra i vari componenti costruttivi tali da ridurre la complessità e, conseguentemente, i tempi di esecuzione in cantiere. Sul piano costruttivo, il progetto si articola in tre elementi principali:

- il basamento massivo, con setti di sostegno in calcestruzzo o gabbioni metallici riempiti in pietra per la modellazione e il contenimento del suolo;
- le strutture metalliche in elevazione con tamponamento in laterizio faccia a vista; • la grande copertura, che segue i profili altimetrici dell'area.



Un programma flessibile e integrato ha trovato la sua sostanza nella concezione strutturale, nei materiali e nelle tecnologie. Per entrambe le scuole è prevista una fondazione a platea in calcestruzzo con nervature in corrispondenza delle elevazioni. La platea si adatta al profilo topografico dell'area

e pertanto si articola in terrazzamenti con quote che scartano di circa un metro l'uno dall'altro. Dalle platee spiccano le elevazioni dei due edifici, entrambi progettati come strutture metalliche a pilastri e travi pendolari con controventature metalliche e dissipative di tipo viscoso. L'edificio da adibire a palestra è un corpo di fabbrica costituito da setti in calcestruzzo armato per un'altezza variabile in funzione del rapporto con il suolo, sopra i quali sono montati dei portali piani.

L'edificio è parzialmente interrato e, al fine di minimizzare i possibili cedimenti causati dalle differenti qualità di terreno, la fondazione è a platea. La risposta del fabbricato alle azioni orizzontali è demandata alla rigidità dei collegamenti dei pilastri sul setto in calcestruzzo armato e ai collegamenti rigidi tra pilastri e travi. Lungo i quattro lati la presenza di strutture interne realizza gli sbalzi delle passerelle.

L'involucro in laterizio. L'involucro di tutti gli edifici facenti parte del complesso scolastico è stato concepito perseguendo un'immagine architettonica unitaria, espressione di una tradizione costruttiva legata alla cultura dei luoghi, ed evidenziando le forme e caratteristiche strutturali della costruzione. Il sistema di tamponatura esterna consiste di una facciata ventilata il cui rivestimento esterno è composto da elementi di laterizio (tavelloni a taglio retto o a gradino, a parete liscia, delle dimensioni variabili di 6x25x180 cm e 6x25x150 cm), messi in opera a secco tramite dispositivi di tenuta costituiti da profilati in acciaio IPE 270 ridotti in due T 135x135 zincati a caldo, profilati leggeri sagomati a freddo e giunti in neoprene.



Gli elementi in laterizio, rispondenti alla normativa di prodotto UNI 11128, misurano l'edificio rispondendo perfettamente al modulo di base che gestisce sia la pianta sia gli alzati: il modulo, che varia per le scuole e la palestra, è assecondato dalle due diverse misure dei tavelloni adottate. Al fine di facilitare gli interventi manutentivi, di sostituzione dei singoli tavelloni, il rivestimento è stato suddiviso in sottomoduli, pari a 5 tavelloni, attraverso la realizzazione di un reticolo minore prevede un trattamento con lo scopo di proteggere la superficie dall'assorbimento dell'acqua, in modo da preservarne l'integrità fisica, inibire lo scambio termico, ridurre la formazione di muffe e muschi, proteggere dallo smog, dal gelo e dalle intemperie.

La soluzione adottata dimostra come anche con il laterizio sia possibile realizzare soluzioni tecnologiche reversibili offrendo però un valore aggiunto legato alla qualità estetica, alla durata e alla qualità ambientale della materia.

**Conclusioni.** Il progetto del complesso scolastico di Spoleto occulta sapientemente una soluzione articolata e complessa con una veste compassata ed equilibrata. La soluzione di involucro adottata svolge una funzione tecnologicamente dinamica, richiamando le prestazioni bioclimatiche della tradizione italiana strettamente legata alla ventilazione dello spazio confinato, dando un'interpretazione contemporanea a una soluzione storica, trasformando lo stesso involucro da elemento massivo e statico in una cortina traspirante ed energeticamente attiva.

L'involucro è realizzato con elementi prefabbricati assemblati a secco, così da ottenere una sensibile riduzione di quantità degli scarti di cantiere oltre a una diminuzione di durata, costi e difetti di costruzione. È dimostrato che una soluzione di questo genere permette la riduzione del 35% dei rifiuti da costruzione, portando al 20% il recupero dei materiali internamente al cantiere. È però certo che, se il processo che porta all'inizio dei lavori è molto lungo, tanto vale consentire l'adozione anche ad altri sistemi costruttivi ugualmente conformi alle normative sismiche, di risparmio energetico, di sicurezza antincendio, con requisiti di sostenibilità e durabilità senza paragoni.

*L'articolo è tratto da Costruire in Laterizio n. 177.*

## Scuola Mantes La Ville

### Progetto di estensione e recupero, in armonia con le asperità del territorio

A cura di Fondazione Promozione Acciaio

Foto di David Foessel



Il progetto per l'estensione e il recupero della scuola materna di Les Alliés de Chavannes in Normandia è la dimostrazione di come sia possibile realizzare un buon intervento sfruttando, a proprio vantaggio, le asperità geomorfologiche del lotto oggetto del cantiere.

La nuova scuola in acciaio, progettata dallo studio italo-francese Graal Architecture, accoglie le esigenze di ampliamento dell'Istituto in modo del tutto coerente all'ambiente in cui è inserita. L'edificio originario, ritenuto troppo piccolo rispetto alle effettive necessità, era caratterizzato da un volume con pianta a 'L' distribuito su due piani. L'ampliamento in acciaio è avvenuto tramite l'inserimento di tre padiglioni innestati longitudinalmente e in modo autonomo rispetto al corpo originario, divenuto ora spina dorsale del progetto.

Due delle tre estensioni sono state collocate sul lato nord, per non invadere la superficie del cortile della ricreazione situato a sud, e per garantire un'illuminazione naturale ottimale agli spazi interni durante tutto l'arco della giornata. Questi due padiglioni poggiano su pilotis in acciaio come moderne palafitte, al fine di garantire continuità tra la nuova pavimentazione e quella dell'edificio esistente, posizionato ad un livello altimetrico più alto. I due volumi sopraelevati consentono ora agli allievi della scuola di godere di nuove e molteplici vedute sullo spazio esterno, facendoli sentire come in una casa sull'albero.

Sul lato sud si innesta l'ultima estensione, la cui copertura si sviluppa oltre il volume della nuova aula, diventando un portico; il portale di grandi dimensioni offre una differente visibilità all'ingresso dell'istituto dal lato strada. Il dimensionamento e la posizione delle aperture sono stati studiati in funzione delle vedute, dell'orientamento e del tipo di ambiente interno da illuminare. Il risultato sono grandi finestre vetrate profilate in alluminio con alcune parti apribili per areare naturalmente i locali. Quale materiale principe dell'intervento, strutturale e di finitura esterna, i progettisti hanno optato per l'acciaio per la durabilità e il pregio architettonico, oltre che per la leggerezza che lo caratterizza. Gli ampliamenti sono contraddistinti da rivestimenti in acciaio e coperture a una sola falda: questo li rende assolutamente riconoscibili rispetto all'edificio originario dall'aspetto tradizionale.



Ogni volume è sottolineato da una tipologia di rivestimento differente in base alla funzione che ospita: la sala gioco è contraddistinta da lamiera ondulata in acciaio inossidabile, mentre le altre due estensioni sono caratterizzate esternamente da una in lamiera in zinco colore antracite. I tre nuovi volumi hanno una struttura in carpenteria metallica, costituita da un graticcio di travi HE e IPE, poggiante direttamente sui pilotis e che si aggancia all'edificio esistente attraverso profili anch'essi in acciaio. Controventi strutturali di parete e di copertura, realizzati in profili tubolari in acciaio a sezione rettangolare, completano la struttura. I solai sono costituiti da lamiera grecata in acciaio con getto collaborante.

Il progetto architettonico è di Graal Architecture, il progetto strutturale di C&E Ingénierie e il progetto degli impianti di LBE Ingénierie.





## Ex Colonie Padane a Cremona

### Intervento di rinforzo strutturale con fasciature in FRP



Ottimo esempio di architettura fascista, le ex Colonie Padane di Cremona, edificate nel 1936 a pochi metri dal Po, sono oggi di nuovo una struttura sicura e funzionale.

L'importante intervento di rifunionalizzazione ha riguardato la torre centrale e i due piani fuori terra a pianta semi circolare di lunghezza 115 metri, costituiti da un telaio puntiforme, composto di travi e pilastri sorretti da fondazioni sia a plinto sia continue, disposti a raggera.

Sebbene il complesso giacesse da anni in stato di abbandono, le opere in calcestruzzo si presentavano in buono stato di conservazione ma, non essendo conformi agli attuali parametri normativi, sono state oggetto di interventi di rinforzo e adeguamento con il sistema Betontex di Fibre Net.

Betontex è il sistema di confinamento e di cerchiatura di colonne in muratura e pilastri in C.A. mediante placcaggio fibrorinforzato F.R.P. (Fiber Reinforced Polymer) con nastri in fibra di carbonio e resine epossidiche. Un adeguato confinamento con i tessuti contrasta la dilatazione trasversale dell'elemento strutturale e determina un miglioramento delle sue prestazioni sia in termini di resistenza che di duttilità.

L'intervento di rinforzo strutturale ha richiesto l'applicazione di 650 mq di tessuti unidirezionali in fibra di carbonio ad alta resistenza ed elevato modulo elastico della linea BETONTEX® su quasi tutte le travi e su tutti i pilastri. Questi ultimi, caratterizzati da tipologie architettoniche di Fibre Net differenti, sono stati oggetto di fasciature applicate per altezze diverse fino a totale confinamento degli stessi.

Il rinforzo a flessione delle travi è stato eseguito con applicazione di tessuto in larghezza 250 mm all'intradosso della sezione per la spina centrale della struttura e nell'applicazione di fasciatura con avvolgimento ad U per lunghezza minima di 60 cm all'intradosso della sezione.



*Il sistema Betontex viene comunemente usato per: confinamento di pilastri e nodi trave-pilastro, rinforzo di murature di varia tipologia e solai, anche per mezzo di lamine*

Per maggiori informazioni: [www.fibre.net.it](http://www.fibre.net.it)

## Scuola materna Navaroli a Cremona

### Sistema antisfondellamento LIFE+



L'ampia campagna di indagini realizzata dall'Amministrazione Comunale di Cremona sul proprio patrimonio scolastico ha individuato circa 30 edifici bisognosi di un intervento di messa in sicurezza per contrastare il fenomeno dello "sfondellamento", che consiste nel distacco all'intradosso dei solai di elementi di laterizio.

Per la messa in sicurezza degli edifici, tra i quali anche la scuola materna "Navaroli", è stato scelto il sistema LIFE + di Fibre Net che permette di operare su solai in laterocemento, in acciaio e in legno; secondo le specifiche esigenze progettuali il sistema può essere lasciato a vista, intonacato o rivestito con controsoffitto.

La scuola "Navaroli" presentava due differenti tipologie di solaio sulle quali la messa in sicurezza ha previsto la posa di circa 350 mq di rete preformata in G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer) maglia 99x99/33 mm e connettori metallici appositamente dimensionati. La rete a maglia principale quadra monolitica, prodotta con tecnologia Textrusion®, costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, è in grado di contenere anche i più piccoli frammenti che dovessero staccarsi dal solaio.



La messa in sicurezza della scuola “Navaroli” ha previsto una finitura a vista sia nelle aule, laddove i solai presentavano corpi illuminanti e ventilatori da soffitto, sia nei locali di servizio.

Versatilità, velocità, facilità di posa e possibilità di diverse finiture rendono il sistema LIFE+ ottimale per l'economia del cantiere; la rete giunge in sito in rotoli, viene posata tagliando la porzione necessaria e stendendola all'intradosso del solaio lungo la direzione ortogonale all'orientamento dello stesso. Una volta posizionata, e trattenuta in aderenza al solaio con puntelli temporanei, viene tesata e fissata in corrispondenza dei travetti mediante connettori di tipo meccanico.



*Il sistema LIFE+ può essere lasciato a vista, intonacato o rivestito con controsoffitto.*

Per maggiori informazioni: [www.fibre.net.it](http://www.fibre.net.it)

## Scuola primaria Paese a Riccione

### Miglioramento sismico con tecnica C.R.M. RI-STRUTTURA



La Scuola Paese nel centro storico di Riccione, edificata nel primo '900 e considerata bene culturale, si presenta oggi come una sede scolastica rinnovata, sicura e funzionale grazie ad un recente intervento di miglioramento sismico.

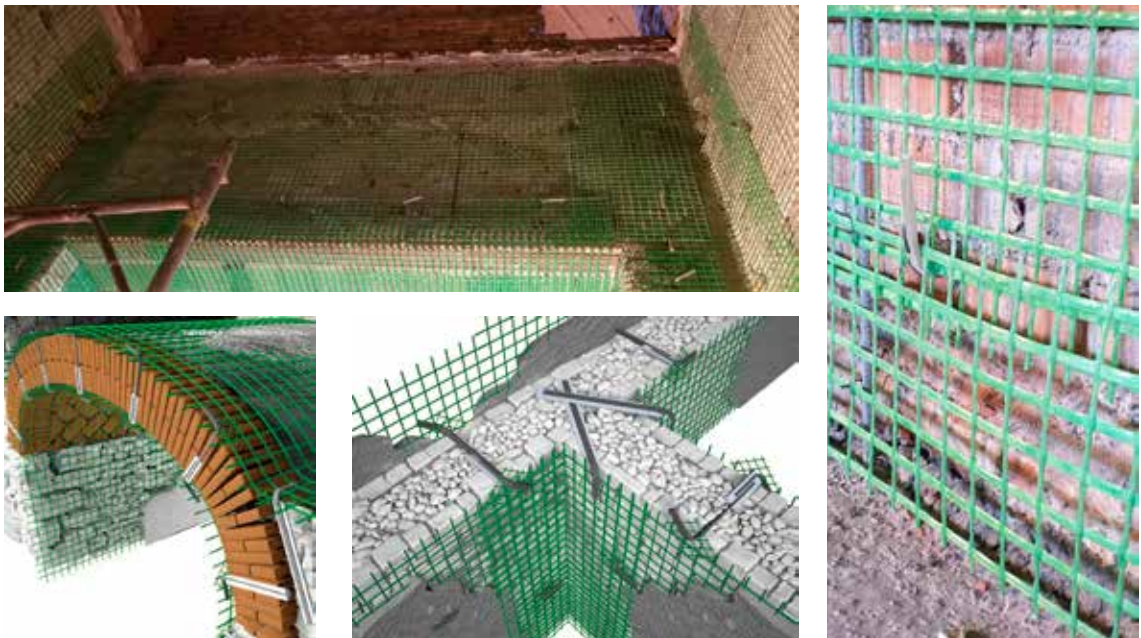
Rispettare le caratteristiche costruttive ed architettoniche di un edificio storico significa anche ragionare in termini di compatibilità del rinforzo strutturale in relazione alla tecnica e alla qualità muraria preesistente e per l'intervento sulla struttura portante in mattoni pieni della scuola Paese è stata scelta la tecnica dell'intonaco armato C.R.M. (COMPOSITE REINFORCED MORTAR). Il sistema selezionato e utilizzato è C.R.M. RI-STRUTTURA di Fibre Net, che si compone di reti, angolari e connettori in materiale composito preformato in fibre di vetro e resine termoindurenti, e si completa con malte da intonaco strutturali a base di calce o cementizie.

L'intervento è stato realizzato con rete a maglia 33x33mm posata insieme ad angolari e connettori sul lato interno delle murature perimetrali e sulle murature portanti interne, per l'intera altezza dell'edificio e per una superficie totale di circa 800 mq. Sui paramenti interni la rete è stata applicata su entrambi i lati e collegata trasversalmente da connettori in modo tale da garantire

l'ottimale collaborazione fra rinforzo e supporto murario. Lo strato di finitura è stato realizzato con un intonaco strutturale.

L'impiego di Ristruttura ha consentito di ottenere un rinforzo omogeneo e diffuso con elevate caratteristiche meccaniche, di duttilità e di durabilità, mantenendo spessori e carichi ridotti e ha permesso di eliminare le vulnerabilità della struttura rinforzandone la resistenza nei confronti delle azioni sismiche nonché di raggiungere un miglioramento del 60% come prescritto per gli edifici tutelati.

La validità del sistema RI-STRUTTURA di Fibre Net è confermata anche dagli ottimi risultati ottenuti nei test su tavola vibrante effettuati presso l'ENEA nell'ambito della ricerca condotta dall'Università Roma Tre per il Progetto Cobra, finanziato dal Ministero degli Esteri.



*Il sistema C.R.M RI-STRUTTURA trova applicazione su murature di varia tipologia e su superfici voltate.*

Per maggiori informazioni: [www.fibrenet.it](http://www.fibrenet.it)

## La Scuola BuBaO a Gand, Belgio

### Concepire la scuola del futuro per farla durare nel tempo: progettazione, realizzazione, finanziamento e manutenzione

Nell'era della digitalizzazione e della condivisione mediatica, agli studenti si chiede di prepararsi alle sfide del futuro, sviluppando creatività, capacità di progettazione e interazione: gli edifici scolastici devono avere spazi studiati per facilitare l'apprendimento e il lavoro degli insegnanti. Il programma belga "Schools of Tomorrow" è uno dei maggiori progetti in partenariato pubblico/privato in Europa. La sfida degli architetti era creare spazi educativi flessibili e moderni migliorando il comfort termico, acustico e la sicurezza antincendio, avendo cura di non denaturare gli edifici esistenti e preservando il patrimonio storico e artistico.



#### Il progetto

Il progetto che ha sfidato maggiormente gli architetti dello studio EVR-Architecten è stata la Scuola BuBaO Sint-Lievenspoort School, a Gand, in Belgio: architetti e costruttori hanno collaborato per trasformare un ex convento in uno degli edifici scolastici più all'avanguardia.

Obiettivo primario era il rinnovamento di aule, mense e spazi comuni nel rispetto della normativa in materia di acustica, seppur senza stravolgere la bellezza storica dell'edificio.

La BuBaO Sint-Lievenspoort School è una scuola elementare per bambini con deficit uditivi e cognitivo-comportamentali, pertanto particolarmente sensibile alla tematica dell'acustica.

A lavori finiti, la Preside della Scuola è stata una delle prime persone a beneficiare dei miglioramenti apportati con l'installazione dei controsoffitti Rockfon. Come molti dei suoi studenti, anche lei con deficit uditivo, ritiene che l'edificio sia molto più confortevole: alunni e insegnanti sono più tranquilli e a loro agio.



## La soluzione Rockfon



L'esigenza di eseguire una correzione acustica non invasiva, che si integrasse con la struttura esistente e che esaltasse la bellezza degli antichi soffitti voltati, ha portato alla realizzazione di elementi sospesi leggeri.

I pannelli Rockfon Ekla, posati all'interno della struttura Chicago Metallic Screenline, rompono la loro modularità, creando delle isole fono assorbenti di dimensione e colore personalizzabile. Queste unità, strategicamente posizionate in corrispondenza delle maggiori fonti sonore, sono state la soluzione decisiva per ridurre il riverbero che caratterizzava gli spazi dell'ex convento, riducendo la formazione di brusio di fondo che rendeva complicato l'ascolto e l'apprendimento.

Questa soluzione, garantendo le stesse performance dei tradizionali controsoffitti modulari, si sposa con la struttura esistente, è di semplice montaggio e, limitando il numero di sospensioni a soffitto, abbatte notevolmente i tempi di installazione. La struttura Chicago Metallic Screenline deve essere semplicemente assemblata, i componenti di questo sistema arrivano in cantiere con la dimensione richiesta, riducendo al minimo gli sfridi.

## Link utili

[Scheda tecnica Rockfon Ekla](#)

[Scheda tecnica Chicago Metallic Screenline](#)



Per maggiori informazioni: [www.rockfon.it](http://www.rockfon.it)

## Scuola Media Catullo di Verona

### La prima aula a comfort acustico e protezione. In un'unica soluzione



L'intervento di insonorizzazione di una delle aule della Scuola Secondaria I grado "V. Catullo" di Verona con il controsoffitto Rockfon è emerso come complementare, in fase esecutiva, all'interno di un più ampio progetto di Edilizia Scolastica del Comune di Verona, che aveva l'obiettivo primario di realizzare una scala metallica esterna di sicurezza, insieme ad altre opere, per l'adeguamento alla normativa in materia di prevenzione incendi.

Da intervento accessorio, il controsoffitto Rockfon è diventato un'opportunità: la soluzione adottata, Rockfon System T24 A, resistente ai carichi da sfondellamento, suggerita dall'arch. Francesco Zacchia di Rockfon, ROCKWOOL Italia Spa, coniuga comfort acustico, protezione incendio e resistenza ai carichi da sfondellamento.

### Il progetto

L'inquinamento acustico è una delle prime cause di distrazione tra gli alunni ma anche della dissonanza che spesso colpisce i docenti. La Dirigente Scolastica Lidia Marcazzan ha affermato che l'obiettivo era cercare di adottare tutte quelle soluzioni che permettessero ai ragazzi di vivere bene a scuola, concentrarsi per apprendere al meglio e garantire il benessere dei docenti, preservando le loro voci.

La Scuola Media Catullo ha così scelto di realizzare, come progetto pilota, un'aula *acusticamente confortevole*, per migliorare l'ambiente di lavoro di studenti e insegnanti, sia da un punto di vista acustico che di sicurezza. Dopo gli ultimi avvenimenti che hanno visto lo sfondellamento dell'intradosso di solai, dovuto al distacco di porzioni di laterizi e intonaco all'interno di strutture didattiche, Dirigenti Scolastici e Amministrazioni Comunali sono sempre più attenti al tema sicurezza.

Alcuni mesi dopo l'apertura dell'anno scolastico, alunni e insegnanti della scuola veronese hanno riferito di "sentire" la differenza e di prediligere questa aula alle altre: anche l'Assessore ai Lavori Pubblici del Comune di Verona, Luca Zanotto, dopo opportuno sopralluogo, si è dichiarato completamente soddisfatto.

## La soluzione Rockfon

“Per l'intervento è stato utilizzato un controsoffitto modulare ispezionabile”, spiega Riccardo Andreozzi, direttore vendite Rockfon, ROCKWOOL Italia Spa. “Si tratta del Sistema Rockfon T24 A resistente ai carichi da sfondellamento, soluzione innovativa che garantisce assorbimento acustico, protezione al fuoco e maggiore sicurezza agli occupanti”.

Il sistema è caratterizzato dal pannello Rockfon Blanka Activity A24 600/600/40 in lana di roccia, con spessore 40 mm che assicura il massimo assorbimento acustico. La faccia a vista, liscia e matt resiste alla polvere e alle manipolazioni, garantendo una perfetta tenuta nel tempo. Il prodotto è in classe di reazione al fuoco A1.

A garanzia della sicurezza degli utenti, Blanka Activity, coadiuvato dalla struttura di sospensione Chicago Metallic T24 Click 2890 dotata di clip a scatto per un perfetto e sicuro montaggio, ha ottenuto la certificazione dell'Istituto Giordano come sistema resistente ai carichi da sfondellamento, caratteristica sempre più necessaria dopo i frequenti casi di cedimenti e cadute in ambienti scolastici e lavorativi. I test eseguiti presso il laboratorio hanno sottoposto il sistema a un carico progressivo in caduta per un totale di circa 120 kg/m<sup>2</sup>, dimostrando che il sistema è in grado di sostenere i carichi dovuti al degradarsi del solaio in laterocemento, impedendo il passaggio di materiale e preservando persone e cose da eventuali danni.



*Il campione dopo l'impatto con il controsoffitto e il termine della prova*



*Allineamento del sistema di carico all'area d'impatto durante la prova*

## Link utili

[Scheda tecnica Rockfon Blanka Activity](#)

[Descrizione del sistema Rockfon System T24 A](#)

[Certificato](#)

Per maggiori informazioni: [www.rockfon.it](http://www.rockfon.it)

## Scuola Secondaria di I grado, Falzè di Trevignano (TV)

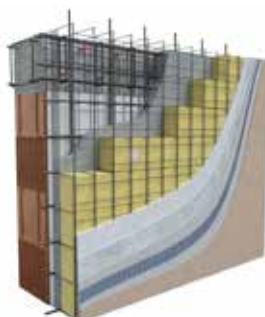
**Intervento di adeguamento sismico e riqualificazione energetica mediante posa in opera di Geniale Cappotto Sismico Ecosism®**



La scuola secondaria di I grado dell'Istituto Comprensivo di Trevignano è situata a Falzè, frazione di Trevignano (TV), in zona sismica 3. L'edificio è costituito da diversi corpi fabbrica fra loro adiacenti, realizzati in fasi successive.

La valutazione della vulnerabilità sismica scaturita da una approfondita campagna di indagine ha restituito un indice di vulnerabilità sismica allo stato limite di salvaguardia della vita  $\alpha < 1$ , rendendo quindi necessario l'intervento di adeguamento sismico dell'immobile. Quest'ultimo è stato raggiunto mediante una serie di interventi strutturali integrati:

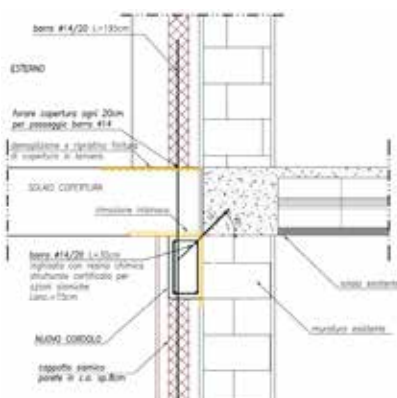
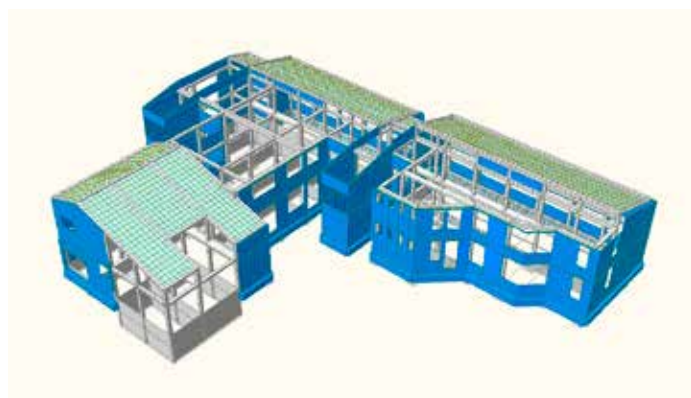
- Posa in opera di Geniale Cappotto Sismico Ecosism®, un'innovativa soluzione tecnologica che, applicata all'esterno del fabbricato, ne garantisce l'efficientamento sismico ed energetico. È costituito da una lastra sottile in calcestruzzo armato con armatura baricentrica, nervata ove necessario, gettata in opera all'interno di un cassero termico composto da due strati di materiale isolante preinseriti in una maglia tridimensionale in acciaio zincato;
- Realizzazione di un nuovo cordolo di fondazione in c.a. solidarizzato alle fondazioni esistenti;
- Posa in opera di reti antisfondellamento in aderenza all'intradosso dei solai;
- Creazione di due giunti sismici e cucitura di tre giunti di dilatazione attualmente presenti.



L'adeguamento sismico mediante posa in opera di Geniale Cappotto Sismico® rientra nell'ambito degli interventi di tipo globale, con l'obiettivo di riqualificare l'intero organismo strutturale. L'approccio non dissipativo con fattore di comportamento  $q$  compreso tra 1 e 1,5 consente di limitare gli effetti dell'azione sismica, garantendo sia la salvaguardia della vita che le condizioni di integrità ed operatività della struttura. Inoltre in fase di progettazione l'azione sismica viene interamente affidata alla nuova pelle esterna, consentendo di non incrementare ulteriormente i carichi agenti sulla struttura esistente, affidando a quest'ultima le sole azioni verticali.



La nuova struttura sismo-resistente ha consentito sia di raggiungere l'adeguamento sismico della struttura che di garantire il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro in ottemperanza alle normative vigenti. Inoltre grazie alla sostituzione e all'accoppiamento dell'isolante in EPS con altri materiali isolanti quali lana di roccia e XPS, opportunità garantita esclusivamente dalla tecnologia Ecosism®, è stato raggiunto l'incremento sia delle prestazioni acustiche che della resistenza al fuoco.

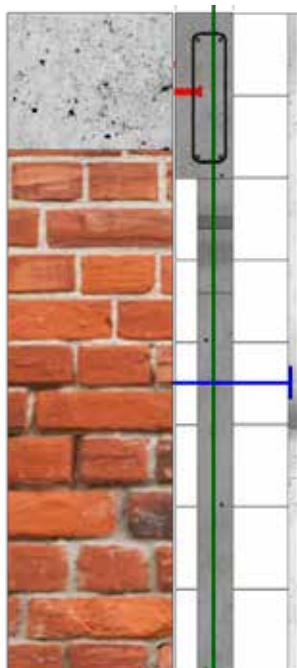


Per maggiori informazioni: [www.ecosism.com](http://www.ecosism.com)



## Complesso scolastico di Funo di Argelato (BO)

Intervento di adeguamento sismico e riqualificazione energetica mediante Geniale Cappotto Sismico di Ecosism®



Il complesso scolastico di Funo, nel comune di Argelato (BO – Zona sismica 3), è stato realizzato per ampliamenti successivi ed è caratterizzato da corpi tra loro adiacenti che ne determinano la forma irregolare:

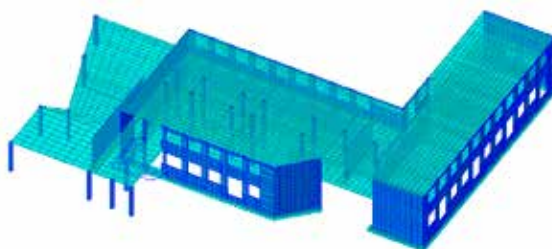
Corpo A: realizzato negli anni '60 ed ampliato nel 1973, ha 2 piani fuori terra ed è caratterizzato da una struttura portante costituita da pareti in mattoni pieni che continuano in profondità nel terreno formando così il sistema fondale. I solai sono in laterocemento mentre la copertura è in parte in laterocemento e in parte realizzata con travi Varese e tavole.

Atrio e Corpo B: i due corpi, tra loro collegati, hanno 2 piani fuori terra e sono caratterizzati da una struttura portante verticale mista (telai e tamponamenti, muratura in mattoni forati e pilastri con copertura in acciaio), fondazioni del tipo "a trave rovescia" e solai interpiano in laterocemento.

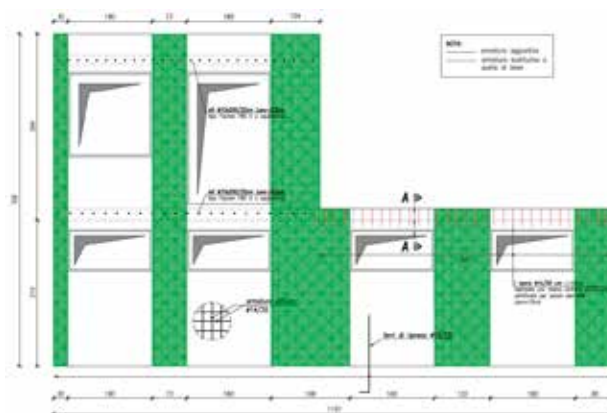
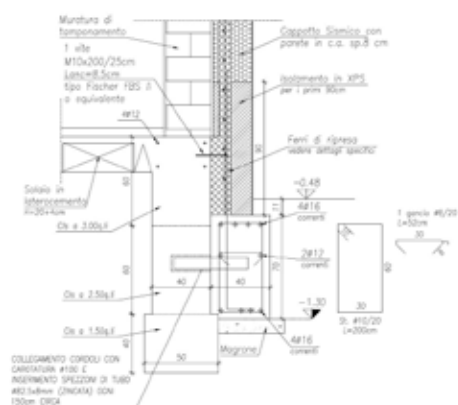
La valutazione della vulnerabilità sismica scaturita da una approfondita campagna di indagine ha restituito un indice di vulnerabilità sismica allo stato limite di salvaguardia della vita  $\alpha < 1$ , renden-

do quindi necessario l'intervento di adeguamento sismico dell'immobile. Quest'ultimo è stato raggiunto mediante una serie di interventi strutturali integrati:

- Posa in opera di Geniale Cappotto Sismico Ecosism® sui corpi A e B;
- Realizzazione di un nuovo cordolo di fondazione in c.a. solidarizzato alle fondazioni esistenti;
- Irrigidimento del 3° solaio del corpo A mediante installazione di un doppio tavolato incrociato in legno;
- Demolizione e ricostruzione dell'Atrio con struttura portante caratterizzata da pareti in calcestruzzo armato gettate entro casseri prefabbricati e da una copertura in legno a vista.



La nuova struttura sismo-resistente, realizzata mediante la posa in opera del Geniale Cappotto Sismico®, ha consentito sia di raggiungere l'adeguamento sismico della struttura che di garantire il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro in ottemperanza alle normative vigenti.



Per maggiori informazioni: [www.ecosism.com](http://www.ecosism.com)



## Scuola Collodi di Caldogno, Vicenza

### Intervento di adeguamento sismico con tecnologia FRP-FRCM-CRM



In caso di eventi calamitosi come i terremoti gli edifici scolastici svolgono un ruolo essenziale in quanto devono essere in grado di accogliere e ospitare in sicurezza un gran numero di sfollati. Negli ultimi anni è iniziato quindi un importante piano di miglioramento e adeguamento sismico di molteplici strutture scolastiche: tra gli edifici interessati la scuola “Collodi” di Caldogno in provincia di Vicenza.

L’istituto eretto su due piani presentava uno schema strutturale di tipologia mista: un telaio esterno in cemento armato, alcuni setti portanti in muratura e tamponamenti perimetrali e divisori in laterizio forato. L’edificio costruito negli anni ’80 non rispettava gli standard antisismici previsti dalle attuali normative ed era stato concepito per resistere ai soli carichi gravitazionali. Le analisi numeriche condotte sull’intero fabbricato mediante l’utilizzo di modelli di calcolo hanno permesso di evidenziare notevoli carenze strutturali dal punto di vista sismico. Ciò ha reso necessario alcuni importanti interventi di consolidamento sia sugli elementi principali ma anche di rinforzo sugli elementi secondari.

Il progetto di consolidamento dei pilastri in c.a. ha previsto l’utilizzo della tecnologia CFRP mediante l’applicazione di tessuti in fibra di carbonio C-Sheet dotati di CVT ministeriali incollati al supporto cementizio a mezzo di adesivi epossidici. L’intervento ha previsto un primo rinforzo a flessione mediante la posa verticale di strisce di tessuto poste lungo l’asse dei pilastri e opportunamente ancorate a livello fondazionale. Tale applicazione ha consentito di incrementare il momento resistente della sezione riuscendo a ottenere un coefficiente di sicurezza maggiore all’unità. Ogni pilastro è stato poi successivamente confinato mediante un avvolgimento completo a fasce continue che ha consentito di ottenere notevoli benefici, quali l’aumentato della duttilità, della resistenza a taglio e del carico assiale dell’elemento.

Per contrastare le azioni sismiche agenti nel piano del pannello i setti murari sono stati rinforzati a taglio mediante l’applicazione di un intonaco in calce strutturale Limecrete M15 armato con una rete in fibra di vetro alcali resistente AR G-NET 301 BAL, sistema certificato a livello universitario. La fibra di vetro presenta ottimi requisiti di leggerezza, resistenza e durabilità risultando inattaccabile dagli ambienti alcalini tipici delle malte. Dopo una preventiva rimozione dell’intonaco con l’e-

sportazione a nudo dello strato murario è avvenuta l'applicazione di un primo strato di malta seguito dalla posa della rete. La rete è stata inghisata al supporto tramite connettori rigidi ad L RG FIX 10 e a fiocco GFIX 10 in vetro in numero di 4 al mq. inseriti a mezzo di prefori a sua volta riempiti di resina epossidica Resin RG 380.



Mediante la medesima tecnica FRCM è stato possibile rinforzare le tamponature in modo da scongiurare il pericolo dell'antiribalta fuori piano tipico di paramenti scarsamente ancorati agli elementi strutturali adiacenti. Nella parte superiore e inferiore sono stati quindi previsti connettori a fiocco GFIX 10 inghisati alle travi di fondazioni e ai cordoli di piano in modo tale da rendere il sistema collaborante con la struttura in c.a.

Per maggiori informazioni: [www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)

## Le scuole di Folignano e di Avezzano

### Riqualificazione strutturale con tecnologia FRP-FRCM

Nel territorio nazionale gli edifici scolastici ricoprono un ruolo fondamentale dal punto di vista strategico in quanto devono essere in grado di accogliere e ospitare nella massima sicurezza un gran numero di sfollati in caso di gravi terremoti o eventi calamitosi. Importanti esempi di riqualificazione strutturale sono state le scuole di Folignano (Ascoli Piceno) e Avezzano (Aquila), edifici ricadenti nel cratere sismico del Centro Italia, in zone tra le più gravemente colpite dell'ultimo decennio. Tali edifici sono stati consolidati mediante le innovative tecnologie di rinforzo con materiali compositi quali FRP e FRCM.



**La scuola di Folignano** di GP Intech presenta una struttura portante a telaio in cemento armato e alcuni paramenti interni in muratura. Il progetto di adeguamento sismico si è concretizzato in un massiccio rinforzo dei nodi trave-pilastro dell'intero scheletro strutturale. In un edificio a telaio soggetto ad azioni sismiche i nodi risultano essere punti critici nei quali si concentrano gran parte delle sollecitazioni e la loro crisi può causare gravi problemi di labilità dell'intero sistema. Per questo motivo ogni nodo dell'edificio è stato rinforzato mediante un confinamento con tessuti in fibra di carbonio C-Sheet dotati di CVT ministeriali. Tale applicazione ha consentito di aumentare la duttilità complessiva della struttura, fondamentale per prevenirne il collasso anticipato.

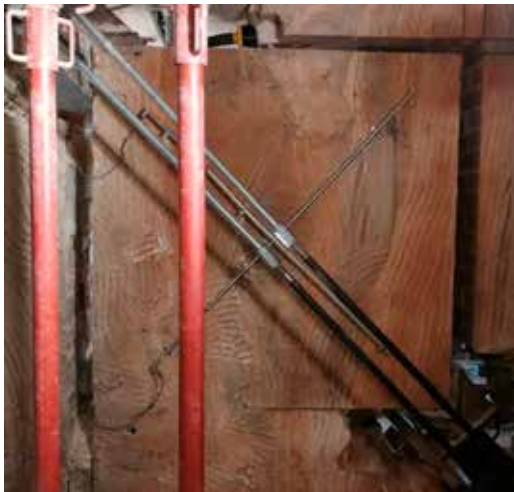


Particolare attenzione è stata posta nei nodi e pilastri d'angolo i quali sono stati ulteriormente rinforzati mediante la posa di strisce incrociate di tessuti in acciaio galvanizzato UHTSS Steel Net G la cui orientazione è stata studiata in modo tale da contrastare ed assorbire le sollecitazioni di taglio sismico risultanti. A completamento dell'opera di adeguamento sono stati realizzati efficaci sistemi antiribalta fuori piano sui paramenti interni in muratura mediante la posa di un intonaco in malta a reattività pozzolanica R2 Concrete Rock S armato con una rete in fibra di vetro AR G-NET 301 BAL ancorata al supporto mediante connettori a fiocco in vetro GFIX 10, sistema certificato a livello universitario. La realizzazione di efficaci collegamenti dei pannelli di tamponatura alla cornice strutturale consegue il triplice obiettivo di prevenirne il crollo rovinoso fuori del piano, migliorarne la collaborazione con la struttura in c.a., e limitare o eliminare gli sfavorevoli effetti di crisi locale tipica degli elementi secondari.

**La scuola di Avezzano** è un edificio in muratura portante eretto su tre livelli. I maschi murari della struttura sono stati rinforzati a taglio e a pressoflessione mediante tecnologia FRCM con l'applicazione di una rete singola e doppia in fibra di carbonio C-NET 170 BL immersa in una matrice strutturale a reattività pozzolanica R2 Concrete Rock S, ancorata al supporto murario attraverso connettori a fiocco AFIX 10 e SFIX G10, sistema certificato a livello universitario. L'utilizzo di connettori consente di aumentare in modo considerevole l'ancoraggio e contrasta la prematura delaminazione del rinforzo FRCM dal supporto. Come dimostrato da alcuni importanti test eseguiti in loco su pannelli murari esistenti mediante prove di compressione diagonale in situ, l'utilizzo di intonaci armati FRCM-CRM permettono di ottenere un diffuso miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura con incrementi medi di resistenza a taglio del 300%.



*Scuola di Avezzano*



*Prove diagonali in situ in aggregato centro storico a L'Aquila di murature rinforzate con rete preformata RG66 NET BA, connettori RG FIX 10 e malta Limecrete M15*

Per maggiori informazioni: [www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)



## Scuola Balbi Carrega, Sala Baganza

### Miglioramento sismico e antisfondellamento



L'edificio oggetto di intervento è costituito da più corpi di fabbrica pluripiano costituiti da una struttura portante in muratura e solai in laterocemento caratterizzati da traliccio tipo SAP parzialmente prefabbricato e completato da un getto di c.a. in opera. L'intervento, oltre ai solai, ha riguardato interventi sui maschi portanti al fine di migliorare il comportamento globale dell'edificio.

La particolare tecnologia dei solai comporta la presenza di travetti debolmente armati con base inferiore di larghezza non superiore a 5cm. Tali solai, soprattutto nel caso di luci significative (come nel caso in oggetto) sono spesso sensibili e interessati da fenomeni di sfondellamento delle cartelle delle pignatte.

Si è deciso di intervenire, previa valutazione e rilievo della posizione travetti nonché della cappa soprastante, applicando un presidio antisfondellamento che prevedesse meno demolizioni possibili. Il limitare le demolizioni è legato al fatto che i laterizi di alleggerimento del solaio non sarebbero stati in grado di sostenere demolizioni parziali ma probabilmente si sarebbe dovuto rompere tutto l'intradosso del solaio con aggravii di costi e soprattutto tempi più lunghi legati all'allontanamento del materiale di risulta e relative interferenze con il proseguo delle lavorazioni.

Per ovviare a tali problematiche di sfondellamento in essere e futuro, ed evitare la caduta di porzioni limitate di solaio, la progettazione ha dovuto valutare come intervenire senza creare ulteriori distacchi di porzioni di intonaco più laterizio. La scelta progettuale ha previsto l'impiego di un sistema costituito da reti in acciaio ad alta galvanizzazione con cassero a perdere abbinato alla malta specifica alleggerita a spessore 2 cm in due mani.



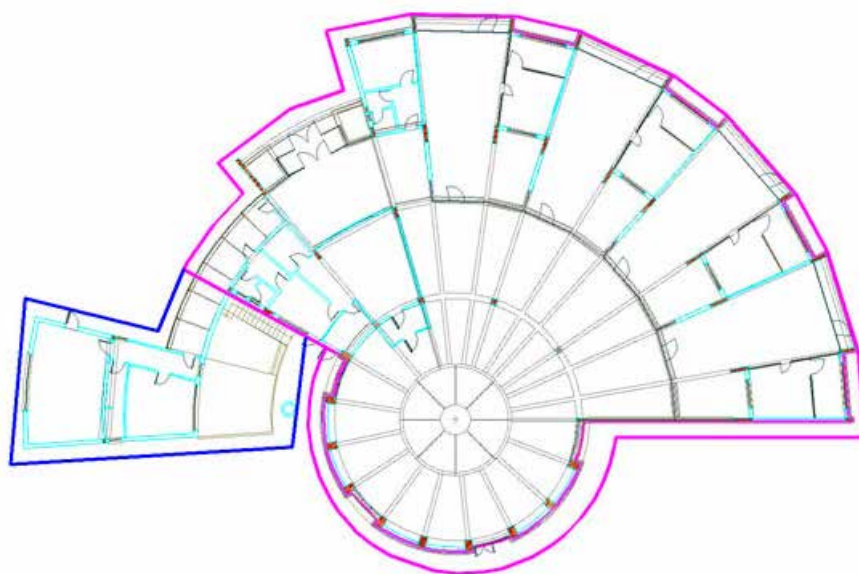
Il sistema prevede agganci “a secco” nella cappa soprastante con barre filettate a espansione in ragione di 6 barre / mq di solaio. La scelta del sistema è stata fatta in ragione delle certificazioni ai carichi da sfondellamento e alle caratteristiche REI sui solai con destinazione d’uso aule scolastica, pari a REI 240. Il sistema è caratterizzato dal basso peso specifico della malta. Non è necessaria la rimozione totale delle finiture dei solai: il sistema si presta pertanto (una volta stabilito con campagna diagnostica il tipo di fissaggio idoneo) ad una elevata resa e la applicazione a spruzzo della malta specifica con caratteristiche REI.

Il sistema X PLASTER W SYSTEM è costituito da una rete in acciaio ad alta galvanizzazione con cassero a perdere STUCANET S e malta alleggerita PLASTERWALL.

Per maggiori informazioni: [www.ruregold.it](http://www.ruregold.it)

## Scuola Sole Luna

### Intervento di miglioramento sismico



*Planimetria Scuola Materna Sole-Luna, in cui il Corpo A è individuato con contorno fuxia e il Corpo B è individuato con contorno blu.*

Il complesso scolastico “Sole-Luna” è stato costruito nel 1971. La struttura è suddivisibile in due parti principali che vengono denominate per chiarezza espositiva Corpo A e Corpo B.

**Corpo A.** La pianta dell’edificio ha una forma irregolare data da un sistema di telai in cemento armato disposti a ventaglio rispetto il centro dell’edificio, che si estendono in direzione nord e che definiscono al loro interno gli spazi adibiti ad aule e servizi igienici per le diverse classi; a sud sono presenti mensole in cemento armato che descrivono un semicerchio, attorno ad un centro che coincide con quello del ventaglio suddetto e che, insieme a quest’ultimo, delimitano la zona della piazza interna. Nella zona ad ovest infine sono presenti appendici di forme pseudo-rettangolari che contengono la mensa e altri locali di servizio.

La struttura dell’edificio presenta in elevazione strutture in cemento armato, lasciate in gran parte a vista, costituite da pilastri, setti e travi, che nella zona centrale dell’edificio sono a sbalzo e sorreggono la cupola in plexiglass.

L’intero corpo si sviluppa su due livelli, uno interrato, ispezionabile ma non utilizzato, e uno a piano terra. Gli orizzontamenti, compresa la copertura, sono costituiti da solai latero-cementizi. La cupola centrale in plexiglass, sorretta da pilastri in acciaio, caratterizza ed illumina la zona centrale dell’edificio, adibita a piazza.





**Corpo B.** L'edificio denominato Corpo B è situato a sud del corpo principale, da cui risulta indipendente causa la presenza di una zona di passaggio che divide le due parti. Esso si sviluppa in elevazione su due livelli, uno interrato e uno fuori terra; i solai sia di piano sia di copertura sono solette latero-cementizie senza soletta collaborante.

Gli interventi di miglioramento sismico previsti sono:

- Realizzazione soletta collaborante sp. cm 5, nei solai latero- cementizi della sola copertura, in modo da conferire agli orizzontamenti l'adeguata rigidità richiesta dalle NTC 2008 (§7.2.6) affinché questi possano considerarsi piani infinitamente rigidi.
- Con l'obiettivo di eliminare la deformabilità torsionale della struttura sono state progettate delle controventature in acciaio, che opportunamente disposte nelle zone periferiche hanno alzato il valore del rapporto  $r/l_s$  a:  $0.80266 > 0,8$ .
- Interventi di fasciatura delle strutture in c.a. con fibre in PBO, al fine di raggiungere i seguenti obiettivi: miglioramento del comportamento a taglio e flessione delle travi; confinamento dei nodi trave-pilastro; consolidamento delle murature del Corpo B con intonaco armato interno ed esterno.
- Demolizione di pareti da cm 12 di sp. in muratura con altezze elevate e loro sostituzione con pareti in cartongesso.

La scelta del sistema FRCC – PBO è motivata dalla volontà di non costituire aggravio nei confronti del carico d'incendio e non subire decadimenti legati al variare delle condizioni termiche essendo parte delle fasciature in copertura e soggette a forte irraggiamento. I prodotti impiegati sono Ruregold XP, XT, XS e Ruregold JX JOINT.

Per ulteriori informazioni: [www.ruregold.it](http://www.ruregold.it)

## Scuola G. Galilei a Brendola, Vicenza

**Progetto di adeguamento sismico: sostituzione della muratura e rinforzo delle fondazioni esistenti**



La scuola secondaria “G. Galilei”, ubicata nel Comune di Brendola, è un edificio scolastico costruito attorno agli anni '70. La struttura, che ospita circa 300 studenti, è più precisamente un polo servizi che comprende oltre la scuola primaria Boscardin anche una struttura sportivo-ricreativa e un centro culturale del Comune.

L'oggetto dell'intervento, ricadente in zona sismica 3, è caratterizzato da due volumi distinti: l'edificio scolastico e la palestra. Il primo, di circa 10.000 mc, è articolato su tre livelli e presenta, dal punto di vista formale e funzionale, un'interessante distribuzione planimetrica all'uso scolastico che offre però, al tempo stesso, condizioni di maggiore vulnerabilità ad azioni esterne, come cedimenti differenziali del terreno di fondazione ed azioni orizzontali.

Il progetto di adeguamento sismico, in prima battuta del solo edificio scolastico (realizzato all'epoca con struttura portante in muratura portante ordinaria in laterizio e solai in latero cemento del tipo “Bausta”), prevede la sostituzione di opportune porzioni di muratura unitamente al rinforzo delle fondazioni esistenti.



Sulla base di valutazioni tecnico-economiche (oltre alle obbligate tempistiche ristrette al solo periodo estivo) la scelta è caduta sul sistema costruttivo Muratura Armata Taurus che ha permesso oltre a rispettare i ridotti tempi di esecuzione, concessi dall'Amministrazione Comunale, anche un deciso minor costo d'intervento, legato soprattutto ai minori carichi sulle fondazioni (vs sistema con setti in c.a.) e una migliore distribuzione degli sforzi.

La Muratura Armata Taurus, caratterizzata dall'innovativa e brevettata geometria dei setti radiale (test Dip. ICEA dell'Università degli Studi di Padova – UNIPD), presenta prestazioni uniche date dal sistema a raggiera brevettato e dalla categoria 1° che garantisce maggiori valori meccanici di progetto ed una riconosciuta semplicità/velocità di posa in opera.

La muratura armata è un sistema costituito da elementi di laterizio collegati tra loro mediante giunti continui di malta M10 e armature metalliche verticali (inserite in appositi alloggiamenti del blocco di laterizio) e orizzontali poste sui sui letti di malta orizzontali. Le armature verticali sono previste agli incroci dei muri, in corrispondenza delle aperture e lungo lo sviluppo della muratura con un definito/calcolato interasse (max 400 cm), le orizzontali devono rispettare un diametro minimo di 5mm ed interasse max di 60 cm.

Per maggiori informazioni: [www.gruppostabila.it](http://www.gruppostabila.it)

## Scuola media di Montecchio Emilia

**Strutture NPS per la nuova struttura: un edificio antisismico che funge anche da centro operativo**



La realizzazione della nuova scuola media di Montecchio Emilia ha previsto la demolizione di una porzione del complesso industriale Ex Capolo e la costruzione di un edificio scolastico con strutture semi-prefabbricate NPS. “In sede di gara – afferma l’ing. Andrea Rachetta, capogruppo del raggruppamento temporaneo di professionisti che si è aggiudicato il progetto – era richiesto l’apporto di miglierie dal punto di vista architettonico, energetico e strutturale partendo da un progetto con il classico sistema di prefabbricazione”. Nel maggio 2015, pochi giorni dopo il terremoto in Emilia, l’aggiudicazione della gara a Tecnostrutture.

A fare la differenza è stata la massima sicurezza antisismica garantita dalle strutture sia in fase provvisoria sia in fase di esercizio, pari alla classe d’uso IV riservata agli edifici strategici. Sottolinea questo aspetto anche Luca Ferrari, presidente della Protezione civile Val d’Enza, all’inaugurazione della scuola: “L’edificio è stato costruito con il massimo grado di sicurezza antisismica e sarà un punto di riferimento necessario per eventuali calamità”.





La struttura è stata realizzata con travi e pilastri semi-prefabbricati NPS e due nuclei scala/ascensore laterali in cemento armato, resi unità strutturale iperstatica mediante un getto di completamento realizzato in opera. La struttura è stata modellata come unica unità strutturale, senza giunti. Anche se gli elementi strutturali sono tutti vincolati mediante incastro, fatta eccezione per la copertura, le azioni orizzontali vengono comunque assorbite principalmente dai setti in cemento armato che si trovano in posizione simmetrica, rendendo quindi trascurabili eventuali effetti torsionali durante il sisma. Gli elementi non strutturali sono valutati come puro carico applicato: le murature armate perimetrali sono ancorate sulle camicie in acciaio dei pilastri tramite ganci metallici saldati sulle camicie stesse e studiati per il caso in questione.

L'ing. Fulvia Petri, strutturista NPS, riporta che “la soluzione Tecnostrutture ha visto l'utilizzo di pilastri PDTI NPS, specificamente indicati per costruzioni in zona sismica, in grado di consentire il massimo sfruttamento degli spazi grazie a sezioni compatte a parità di prestazioni richieste. Dotati di una gabbia interna in acciaio garantiscono una adeguata resistenza al fuoco. I pilastri PDTI NPS – con superficie in acciaio e riempiti di calcestruzzo – coniugano la versatilità della struttura metallica in fase di montaggio alla resistenza di una struttura mista acciaio-calcestruzzo dopo il completamento con il getto di calcestruzzo. Finestrature al nodo dei pilastri sono progettate per il posizionamento in totale autoportanza delle travi NPS CLS a struttura mista acciaio-calcestruzzo, particolarmente indicate per strutture con grandi sovraccarichi e resistenti al fuoco, abbinata a solai alveolari.

Il montaggio di pilastri, travi e solai è avvenuto in totale autoportanza, senza l'ausilio di opere provvisorie, velocizzando le operazioni ed evitando sprechi di materiale.

La collaborazione tra lo staff di engineering di Tecnostrutture ed il gruppo di progettisti è stata costante, permettendo di gestire con competenza il progetto e la quotidianità del cantiere”.

Per maggiori informazioni: [www.tecnostrutture.eu](http://www.tecnostrutture.eu)

## Complesso scolastico Parco Trotter di Milano

**Riquilificazione edilizia: grazie a NPS e solaio Airfloor sismoresistenza e velocità di realizzazione**



L'intervento di messa in sicurezza e recupero funzionale di 8 padiglioni dell'ex convitto situato nel Parco Trotter è stato uno degli investimenti più importanti degli ultimi anni per la metropoli milanese. Un progetto che vede l'interesse di 4.460 metri quadri, con un ammontare lavori da 11 milioni di euro. La messa in sicurezza e il recupero funzionale della struttura del Parco Trotter riportano un esempio di intervento di edilizia scolastica, essendo il complesso destinato ad una scuola media e ad attività di quartiere. Inoltre, questo lavoro conferma le essenziali peculiarità di sismoresistenza e di velocità di costruzione garantite dall'utilizzo del solaio Airfloor unitamente a travi e pilastri NPS.

La soluzione strutturale scelta per il Parco Trotter di Milano prevede l'utilizzo di pilastri e travi NPS® in acciaio-calcestruzzo, abbinati al solaio Airfloor. Quest'ultimo è stato individuato come risposta al problema dei movimenti sismici. La leggerezza del solaio Airfloor garantisce la sismoresistenza dell'edificio grazie al peso finito dopo il getto di completamento pari a 190 kg.



L'ing. Alfredo Scattolin, progettista NPS dell'opera, spiega che “una volta valutate le condizioni al contorno, l'obiettivo dei progettisti è stato quello di migliorare le caratteristiche prestazionali delle murature portanti esistenti, riducendone i carichi verticali agenti al minimo indispensabile e rendendole comunque partecipanti al nuovo sistema sismo-resistente dell'edificio. La strategia operativa scelta si compone di rinforzo delle fondazioni e delle murature portanti esistenti e in secondo luogo della riduzione al minimo dei pesi propri degli impalcati, al fine di ridurre le masse sismiche partecipanti e le conseguenti azioni orizzontali dovute al sisma”.

Importanti caratteristiche del solaio Airfloor, che hanno determinato la scelta di questo prodotto per i lavori di riqualificazione del Parco Trotter, sono anche la velocità di posa del solaio e la semplice gestione del cantiere che ne deriva. Airfloor è un solaio semplice da posare che, permettendo una sovrapposizione delle fasi di costruzione e accelerandole, determina un incremento della sicurezza e pulizia in cantiere.

Alessandro Baldo, responsabile del montaggio NPS in cantiere, sottolinea come le tempistiche siano state estremamente competitive: “complessivamente, per montare 7 padiglioni, abbiamo impiegato 10 giorni lavorativi. A seguire, l'impresa posizionava l'armatura integrativa e terminava l'impalcato con il getto di completamento in calcestruzzo, nell'arco di 2 giorni per ogni padiglione”. L'intervento di recupero funzionale e miglioramento prestazionale del Parco Trotter di Milano è stato deciso nel rispetto dei vincoli storici dell'area e rispondendo perfettamente alle ipotesi progettuali richieste, grazie alle strutture miste NPS e alla leggerezza solaio composito Airfloor.

Per maggiori informazioni: [www.tecnostrutture.eu](http://www.tecnostrutture.eu)



## **6. CONOSCI LE AZIENDE**

## SPECIAL PARTNER

**Fibre Net****Prodotti e sistemi in materiali compositi fibrorinforzati**

Fibre Net SpA sviluppa e produce in Italia prodotti e sistemi in materiali compositi fibrorinforzati che trovano largo utilizzo in edilizia, in ambito industriale e nel comparto recinzioni speciali. La storia di Fibre Net inizia nel 2001 con una visione: sviluppare un prodotto del tutto nuovo non presente sul mercato: una rete in G.F.R.P. (Glass Fiber Reinforced Polymer). Nasce Ri-Struttura, la risposta evoluta alla classica rete elettrosaldata. Da allora, forte di un'intensa attività di R&S supportata da Università e istituti di ricerca di caratura internazionale, l'evoluzione dell'Azienda ha portato all'ideazione, sviluppo e industrializzazione

di diversi sistemi certificati e validati in grado di risolvere ogni esigenza legata alla messa in sicurezza e al rinforzo strutturale del patrimonio costruito, sia esso storico che contemporaneo.

Sicurezza e rispetto delle peculiarità costruttive sono alla base di ogni sistema e prodotto aziendali: le caratteristiche prestazionali e gli aspetti di compatibilità fanno sì che ogni anno i sistemi Fibre Net vengono scelti e utilizzati anche in diverse centinaia di interventi di rinforzo strutturale e di messa in sicurezza dell'edilizia scolastica nazionale.

Materiali innovativi, sistemi tecnologicamente avanzati e formazione continua, sono aspetti che delineano una realtà aziendale dinamica e intraprendente, costituita da un team giovane e tecnicamente preparato in grado di sostenere il professionista e l'impresa consigliando soluzioni performanti in termini di efficacia e di economicità di intervento. Fibre Net sostiene l'ambiente perseguendo politiche di risparmio energetico e di ottimizzazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>; tutti i prodotti sono facili da trasportare e movimentare. Oggi i prodotti e i sistemi Fibre Net sono presenti in più di 30 paesi al mondo.

Per ulteriori informazioni [www.fibrenet.info](http://www.fibrenet.info)

**Perché Fibrenet ha partecipato al progetto Edilizia scolastica?** *“Investiamo da sempre sulla formazione, proprio perché l'unico modo per far conoscere materiali e tecniche innovativi, e renderli comprensibili e fruibili dalle committenze, dai tecnici e dagli applicatori, è proprio la formazione e l'informazione. Ciò avviene attraverso convegni, seminari, pubblicazioni scientifiche, corsi di formazione in azienda. Per fortuna, a supporto del settore, negli ultimi anni sono uscite linee guida del CNR e del CSLP che facilitano al progettista/direzione lavori il compito di progettare ed accettare in cantiere i materiali compositi. Conto sull'opportunità offerta dal progetto #EdiliziaScolastica di Maggioli di creare un canale informativo e di confronto ulteriore con il mondo dei tecnici, ma anche con quello delle imprese e di tutta la filiera che opera nel settore. È un filo diretto che spero ci permetta di creare momenti di scambio professionale, ma anche di raccogliere informazioni per migliorare ulteriormente la nostra proposta” (Cecilia Zampa CEO Fibre Net)*

**Rockfon****Soluzioni per pannelli e controsoffitti acustici in lana di roccia****Rockfon®**

Rockfon è il più importante fornitore di pannelli e controsoffitti acustici in lana di roccia. Questo materiale naturale e rinnovabile contribuisce ad assorbire i rumori e a ridurre la trasmissione dei suoni. Rockfon offre soluzioni di design ad alte prestazioni, progettate per trasformare gli spazi di vita e di lavoro in ambienti sicuri dove è piacevole vivere.

Rockfon è una divisione del Gruppo ROCKWOOL, il primo produttore al mondo di soluzioni isolanti in lana di roccia con oltre 80 anni di esperienza, e oltre 11.000 dipendenti; la filiale italiana di Rockfon opera dal 2009 su tutto il territorio nazionale.

La vasta gamma di soluzioni Rockfon include controsoffitti acustici modulari, controsoffitti monolitici – modellabili e curvabili – e soluzioni estetiche quali isole, baffles e pannelli murali. I prodotti Rockfon permettono di dar spazio alla creatività, offrendo un'ampia scelta di superfici, formati, bordi e finiture di ogni tipo e colore. Le prestazioni Rockfon includono elevati livelli di assorbimento e isolamento acustico, protezione antincendio, resistenza agli urti e alla flessione, riflessione della luce e isolamento termico. Infine, l'impegno per l'ambiente è parte integrante della cultura Rockfon e si traduce in una gestione responsabile delle risorse e un processo produttivo rispetto dell'ambiente. I controsoffitti acustici stanno diventando sempre più importanti nel settore dei materiali da costruzione, e oggi nella decorazione e nel design d'interni.

Ulteriori informazioni su: [www.rockfon.it](http://www.rockfon.it)

**Perché Rockfon ha partecipato al progetto Edilizia scolastica?**

*“Pensiamo che Rockfon possa essere un prezioso alleato nel supportare le pubbliche amministrazioni e i professionisti che saranno coinvolti nella riqualificazione degli edifici scolastici italiani. Abbiamo molteplici soluzioni che ben si adattano alle specificità dei diversi ambienti scolastici: controsoffitti e sistemi che garantiscono assorbimento acustico e protezione dallo sfondellamento dei solai per aule, laboratori e mense, soluzioni resistenti agli urti per palestre, e isole acustiche, più indicate per corridoi e spazi comuni. Abbiamo deciso di aderire al progetto di Maggioli Editore per creare delle sinergie e per condividere le nostre esperienze che hanno portato ottimi risultati, sia in un contesto italiano che europeo” (Riccardo Andreozzi, direttore vendite Rockfon, ROCKWOOL Italia Spa).*

## PARTNER

**Ecosism SRL****Sistemi integrati per la riqualificazione sismica ed energetica**




Ecosism SRL è un'azienda a conduzione familiare fortemente impegnata nella ricerca e nell'innovazione nel campo dell'edilizia. Il core business dell'azienda è il sistema Ecosism, una soluzione costruttiva a casseforme termiche pre-isolate che permette di realizzare edifici in cemento armato sismo-resistenti, termicamente isolati ed acusticamente

performanti ad un costo di costruzione altamente competitivo ed in tempi dimezzati rispetto alle soluzioni tradizionali. L'innovazione della tecnologia risiede nella nuova modalità di utilizzo di materiali da sempre impiegati nell'edilizia tradizionale: calcestruzzo, ferro, acciaio zincato, pannelli isolanti e finiture. Ecosism rappresenta quindi un'innovazione di processo e di cantiere piuttosto che un'innovazione di materiale.

Negli ultimi anni la crescente presa di coscienza delle reali condizioni e necessità del nostro territorio, fortemente contraddistinto da un patrimonio edilizio sismicamente ed energeticamente inadeguato, ha spinto la nostra azienda a spostare il proprio focus sullo sviluppo di un sistema integrato di miglioramento della qualità dell'edificato esistente sia dal punto di vista sismico che termico. L'evoluzione del sistema costruttivo Ecosism, da tempo utilizzato per le nuove costruzioni, ha quindi portato alla nascita di Geniale Cappotto Sismico, un'innovativa soluzione tecnologica progettata a misura in funzione del miglioramento delle prestazioni sismiche ed energetiche degli edifici esistenti.

Per ulteriori informazioni [www.ecosism.com](http://www.ecosism.com)

**Perché Ecosism ha partecipato al progetto edilizia scolastica?** *La nostra penisola, in conseguenza delle sue caratteristiche geo-morfologiche, della densità abitativa e del suo patrimonio edilizio, storico e artistico, è contraddistinta da un elevato rischio sismico in termini di potenziali danni umani, costruttivi ed economici. Per tale ragione riteniamo indispensabile intervenire sugli edifici esistenti mediante sistemi di miglioramento sismico che ne incrementino la qualità strutturale e ne migliorino congiuntamente le prestazioni energetiche.*

*In questo delicato contesto di rischio diffuso riteniamo quindi necessario prendere parte attivamente alle iniziative e ai progetti che promuovono la sicurezza nostra e dei nostri figli attraverso la conservazione del nostro territorio e delle sue straordinarie peculiarità. Riteniamo fondamentale investire costantemente in ricerca e sviluppo al fine di definire soluzioni e tecniche costruttive non invasive che siano in grado di dare una risposta concreta, efficace e definitiva alla duplice problematica che contraddistingue la gran parte del costruito in Italia.*

*A maggior ragione quando si parla di scuole, gli edifici in cui i nostri figli trascorrono gran parte del proprio tempo, la nostra attenzione si fa maggiore. Non possiamo e non vogliamo più che accadano eventi come San Giuliano di Puglia. Non è più pensabile e accettabile che in un Paese come il nostro, tra le prime 10 economie del mondo, si possa morire in una scuola, o che altre scuole crollino a seguito di eventi sismici e ringraziare la sorte perché questi sono avvenuti di notte. Se uno Stato non pensa primariamente alla sicurezza delle future generazioni è uno Stato senza prospettiva e quindi senza futuro.*

*Vogliamo quindi far conoscere la tecnica del Cappotto Sismico alla maggior parte degli operatori del settore, degli Stakeholder e degli amministratori pubblici per far capire che oggi il mercato propone soluzioni che vanno a risolvere i problemi con semplicità ed ingegno per garantire in primis la sicurezza e di conseguenza anche l'efficientamento energetico.*

**G&P INTECH****Sistemi di rinforzo strutturali con materiali compositi e isolamento sismico**

G&P INTECH è un'azienda veneta con trentennale esperienza nei prodotti e nelle tecnologie innovative di elevato standard professionale e competitività destinati al settore delle costruzioni, delle infrastrutture, del recupero e dell'antisismica. Le principali linee tecnologiche sviluppate dall'azienda e im-

piegate con successo da molti anni nel mercato nazionale ed internazionale riguardano sistemi di rinforzo strutturali con materiali compositi FRP certificati CVT dal Ministero delle Infrastrutture STC, FRCM-CRM sistemi con reti in fibra e matrici inorganiche certificati a livello Universitario, griglie per rinforzo asfalti stradali, sistemi di isolamento e dissipazione sismica Div. Hirun Engineering, impermeabilizzanti attivi per interrati in HDPE/bentonite sodica, pavimentazioni impermeabili resilienti carrabili a basso spessore per ponti e parcheggi, vernici termoceramiche isolanti per risparmio energetico in climatizzazione estiva.

Tutti i principali prodotti e le tecnologie proposte sono certificati ai sensi delle normative europee ed internazionali, sono il frutto di una costante ricerca attuata presso i laboratori del gruppo e delle Università italiane ed estere e sono omologati dalle principali Stazioni Appaltanti settoriali pubbliche e private e dalle rispettive strutture tecniche operative.

L'azienda certificata ISO 9001 dall'Ente notificato inglese SGS si distingue in particolare modo per l'accuratezza e i controlli delle fasi produttive secondo gli standard di qualità europei ed internazionali, per il supporto formativo, tecnico ed ingegneristico fornito sulla base delle principali normative tecniche a Studi Professionali, Enti, Imprese di costruzioni e Applicatori fiduciari, per la costante assistenza al cliente e al cantiere che consentono di dare alle soluzioni e ai materiali proposti elevati standard qualitativi, sicurezza e durabilità delle opere, competitività, rapidità esecutiva, ridotto impatto ambientale secondo le moderne esigenze del costruire. Un'accurata documentazione tecnica accompagna il prodotto richiesto sia nella fase di consulenza progettuale che nella fase post vendita di assistenza in cantiere, per la quale sono disponibili manuali per l'installazione.

L'azienda opera nel mercato nazionale ed internazionale attraverso una propria struttura tecnica, commerciale e distributiva presente nel territorio e una rete di qualificati applicatori fiduciari. Partnership associative: AICAP, AICO, ANIDIS, ASSIRCCO, ASSOCOMPOSITI, ATE, CTE, IABMAS, ISI, PIARC, RILEM, SIG, SITEB. G&P intech è presente in facebook, LinkedIn, youtube

Per maggiori informazioni: [www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)

**Perché G&P Intech ha partecipato al progetto Edilizia scolastica?** *Da molti anni G&P Intech è impegnata nel settore della riqualificazione funzionale ed antisismica degli edifici scolastici, edifici strategici e infrastrutture. Per le strutture scolastiche ha anche emanato nel 2016 una linea guida "Scuole Sicure" presentata al Saie di Bologna volta a sensibilizzare tecnici e Pubblica Amministrazione sul tema della vulnerabilità sismica delle Scuole e la mitigazione del rischio sismico. L'azienda ha pertanto aderito con molto piacere all'iniziativa al fine di sensibilizzare non solo gli operatori e esperti di settore, ma più in generale la stessa opinione pubblica sul tema della sicurezza delle Scuole così importante per il futuro del Paese.*



## Ruregold

### Innovazione e sicurezza nel suo codice genetico



Dal prestigio del marchio Ruredil è nata la nuova società Ruregold. Nel proprio DNA possiede una profonda conoscenza del mercato della ricostruzione edile e un rilevante know-how delle soluzioni per il rinforzo strutturale.

La nuova realtà Ruregold concentra le proprie energie nell'evoluzione di nuovi sistemi per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo e muratura con materiali compositi d'eccellenza, in particolare la gamma FRM che, per prima al mondo, ha ottenuto la certificazione di validazione a livello internazionale.

Questo significa offrire un accurato supporto ai progettisti che intendono affidarsi alle tecnologie di Ruregold, le quali hanno già dimostrato, con referenze provate, la loro validità antisismica e l'incremento della sicurezza nei rinforzi delle strutture.

Sono infatti numerosi gli edifici e le infrastrutture, trattate preventivamente con le soluzioni FRM di Ruregold, che hanno resistito a terremoti di elevata: ad esempio la Chiesa Santa Maria Centurelli di Caporciano (AQ), il viadotto in località Posta (RI), il ponte dell'Abbazia di Fiastra a Tolentino (MC) e la Cappella dell'Oratorio in località Rolo (RE), grazie alla tecnologia utilizzata per rinforzare le strutture, hanno resistito alle scosse senza riportare danni strutturali.

Una diffusa organizzazione tecnico-commerciale assiste progettisti e clienti nella scelta dei materiali e nel loro utilizzo.

Ruregold è una società del gruppo Laterlite.

Per ulteriori informazioni: [www.ruregold.it](http://www.ruregold.it)

**Perché Ruregold ha aderito al progetto Edilizia Scolastica?** *Come azienda siamo fornitori e "innovatori" di tecnologia nel mondo del consolidamento da sempre. L'edilizia scolastica è uno dei temi dove maggiormente abbiamo sviluppato esperienze a livello di consulenza progettuale e cantieristica. Mediamente ogni anno almeno 50 edifici scolastici sono interessati da interventi con nostre tecnologie.*

## Gruppo Stabila

### Valore nel tempo



Innovazione sostenibile di qualità descrivono alla perfezione il DNA di Gruppo Stabila. Azienda nata nel 1998, anno della fusione di tre storiche realtà quali La Capiterlina di Isola Vicentina (Vi), Atesina e Zaf di Ronco all'Adige e la Fornace di Dosson S.p.a. di Dosson di Casier (Tv), Gruppo Stabila è specializzata nella produzione di blocchi di laterizio strutturali (e non) ad alte performance energetiche certificata in categoria I°.

La continua *ricerca & sviluppo*, industriale e di prodotto, è un must imprescindibile che l'azienda si è imposta per rispondere sia agli innumerevoli mutamenti normativi, ma soprattutto per garantire soluzioni innovative atte a migliorare prestazioni riducendo nel contempo l'impatto ambientale. Una capacità di risposta, veloce e di sostanza, che deriva anche dal continuo e proficuo confronto con le diverse Università e gli Enti di ricerca sul piano della sperimentazione. Un esempio su tutti (ma non solo): il Taurus.

Taurus, il primo e ineguagliabile sistema per muratura armata brevettato con l'innovativo schema a raggiera che è ormai una certezza per tecnici e imprese che ne hanno testato la rivoluzionaria risposta sismica unita ad un effettivo risparmio economico dato da velocità e semplicità di esecuzione. Ad oggi non ancora superato!

Prodotti innovativi sì, ma CERTIFICATI a garanzia della certezza del risultato.

UNI EN ISO 9001:2008, UNI EN ISO 14001:2004, ANAB-ICEA (prodotti per la bioedilizia), Marcatura CE di I° categoria (sistema di certificazione 2+, la più rigorosa), UNI EN ISO 14021 *Etichettatura ambientali di tipo II* (C.A.M.), **EPD** Environmental Product Declaration (in fase di conclusione) sono le attestazioni che Gruppo Stabila ha conseguito, e continua a rinnovare, a garanzia di una produzione di prim'ordine senza compromessi.

Per ulteriori informazioni: [www.gruppostabila.it](http://www.gruppostabila.it)

**Perché Gruppo Stabila ha aderito al progetto Edilizia Scolastica? Riteniamo strategico, oltre che necessario, puntare l'attenzione sulla messa in sicurezza degli edifici scolastici che rappresentano non solo l'ossatura della nostra società ma anche il nostro futuro! Un adeguamento sismico che Gruppo Stabila incentiva con mirate consulenze alla progettazione e assistenze in cantiere.**

## Tecnostrutture

### NPS: la tecnologia di Tecnostrutture per sicurezza sismica e riduzione drastica dei tempi di costruzione



Da oltre 35 anni la società veneta propone prodotti autoportanti, per grandi luci, con resistenza sismica e al fuoco native e assiste i progettisti mettendo a loro disposizione il proprio team ingegneristico. Tecnostrutture produce lo scheletro dell'edificio in acciaio- composto da travi, pilastri e solai – all'interno delle sue moderne fabbriche, in un ambiente sicuro e controllato, decisamente meno esposto ai rischi rispetto al cantiere, luogo nel quale semplicemente vengono installati gli elementi costruttivi, poi uniti da un'unica colata di calcestruzzo.

Questa tecnologia costruttiva è denominata NPS® New Performance System, ideata e brevettata nel veneziano, ma già esportata in diversi Paesi al mondo, tra i quali Svizzera, Mozambico, Sud Africa, Francia, Austria e India dove la necessità di costruire in modo veloce e semplice è molto sentita.

Scegliere le strutture NPS significa:

- Avere un unico fornitore per tutti gli elementi strutturali.
- Garanzia di tempi certi di realizzazione e veloce ritorno dell'investimento.
- Sfruttare in modo ottimale i volumi edificati, offrendo maggiori superfici vendibili o affittabili.
- Velocità di costruzione (40% in meno rispetto ai sistemi tradizionali) e sicurezza in cantiere.
- Ricevere prodotti con resistenza sismica e al fuoco native.

Per maggiori informazioni: [www.tecnostrutture.eu](http://www.tecnostrutture.eu)

**Perché Tecnostrutture ha aderito al progetto Edilizia Scolastica?** *“La nostra mission è costruire rapidamente, con tempi e costi certi edifici con sicurezza sismica e resistenza al fuoco native, vita utile lunga con un piano manutentivo essenziale . Cosa ci potrebbe esser di meglio se non contribuire a costruire velocemente ed in sicurezza i “nidi del sapere” quali sono le scuole?” risponde Franco Daniele, fondatore ed amministratore delegato di Tecnostrutture. Oggi la sicurezza strutturale di tutte le scuole non è garantita e la produttività dell'edilizia è inferiore a quella degli anni sessanta e. C'è però un mondo nuovo che sta cambiando le cose, basato sulla produzione industriale dei componenti e su una progettazione innovativa e parte da Noventa di Piave, in casa Tecnostrutture. Da oltre 30 anni abbiamo adottato la logica dell'edilizia industriale, nota all'estero come edilizia off-side, la quale prevede che gran parte degli elementi costruttivi siano prodotti in fabbrica e poi trasportati e montati in cantiere. «Con questo nuovo sistema costruttivo si ha un risparmio dei tempi di cantiere garantito del 40% alta sicurezza sismica già in fase costruttiva” conclude Franco Daniele.*

## CON LA PARTECIPAZIONE DI:

### **ANDIL Associazione dell'industria italiana dei produttori di laterizi**



ANDIL è l'Associazione di categoria dell'industria italiana dei produttori di laterizi. Esprime il proprio ruolo all'interno degli organismi federativi per lo svolgimento di programmi di interesse generale inerenti il "Sistema delle costruzioni".

ANDIL è oggi sempre più una società di servizi in grado di offrire ai propri associati strumenti fondamentali per la gestione tecnica e finanziaria delle aziende. Oltre alle attività da sempre gestite in materia di comunicazione e di controllo della normativa tecnica, ambientale e sindacale, ANDIL fornisce supporto nel campo dell'energia, in particolare, sul mercato del gas, che rappresenta la principale voce di costo per il settore, anche sfruttando le sinergie con altre componenti del sistema associativo come Gas Intensive e Confindustria Ceramica. Allo stesso tempo, ANDIL monitora costantemente l'evoluzione della normativa tecnica, partecipando ai tavoli c/o i Ministeri, UNI, CEN e TBE ed è attiva nella ricerca sperimentale e nella comunicazione, partecipando alle principali fiere dell'edilizia ed organizzando seminari e convegni su laterizio e le sue prestazioni.

Sono attive 86 imprese (54 soci) e 106 stabilimenti (di cui 69 associati); ANDIL rappresenta circa il 71% dell'intera produzione nazionale, che nel 2017 è stata di 4,8 milioni di tonnellate.

Gli associati ANDIL vengono, come da statuto, costantemente interpellati e coinvolti sulle decisioni e coinvolti sulle decisioni e sulle strategie che l'Associazione deve portare avanti a vantaggio del settore e delle aziende. Quest'attività consultiva e decisionale viene realizzata tramite le riunioni del Consiglio Generale.

Ulteriori informazioni su: [www.andil.it](http://www.andil.it)

## Fondazione Promozione Acciaio



Fondazione Promozione Acciaio (FPA) è l'Ente culturale che promuove lo sviluppo delle costruzioni e delle infrastrutture in acciaio in Italia. *È stata fondata nel gennaio 2005 per contribuire attivamente all'innovazione e alla competitività del comparto delle costruzioni diffondendo e valorizzando gli aspetti progettuali e tecnologico-costruttivi propri della carpenteria metallica.*

Il piano di azione è sostenuto da un network di aziende associate, tra le quali figurano importanti protagonisti di rilievo nazionale ed internazionale: acciaierie italiane ed europee, Associazioni di categoria, aziende di trasformazione e distribuzione, costruttori metallici, produttori di macchine utensili e progettisti architetti e ingegneri. FPA mette al servizio di progettisti, costruttori, investitori, studenti, tutte le competenze tecniche e scientifiche dei Soci nonché delle Commissioni Tecniche, grazie ad una costante azione di comunicazione e formazione. FPA fornisce supporto scientifico e normativo a chi progetta e sviluppa costruzioni metalliche o anche solo a chi desidera approfondire le proprie conoscenze professionali.

L'intensa attività educativa e culturale, la consulenza tecnico-normativa e l'aggiornamento specialistico, contribuiscono alla formazione d'ingegneri, architetti, uffici tecnici, studenti e operatori del settore, rendendo accessibili conoscenze e competenze, accrescendo la qualità della progettazione e allargando la base dei professionisti che oggi creano in acciaio.

Per maggiori informazioni: [www.promozioneacciaio.it](http://www.promozioneacciaio.it)



Rimani aggiornato:

[ediltecnico.it/soldi-per-edilizia-scolastica](https://www.ediltecnico.it/soldi-per-edilizia-scolastica)