

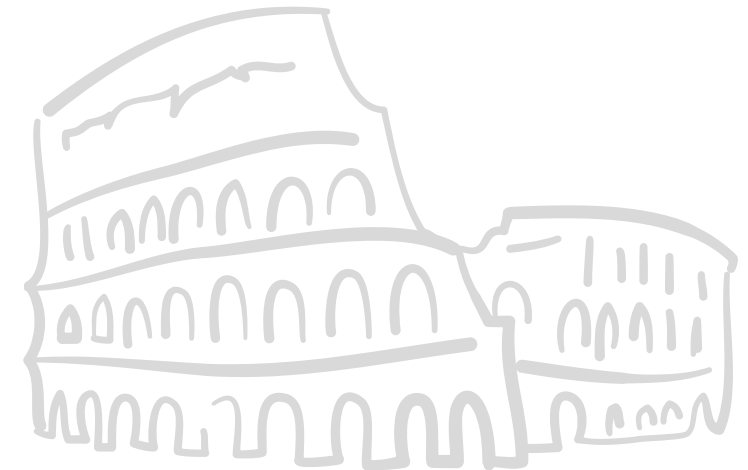


7a Conferenza Nazionale Poliuretano Espanso rigido
PROGETTARE l'efficienza, COSTRUIRE il cambiamento
Roma 7 Maggio 2026



Case History nZEB: il polo scolastico «Mellini» di Chiari (BS)

Ing. Lisa Favilli



Definizione **N**early **Z**ero **E**nergy **B**uilding

Edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto prevalentemente da energia da fonti rinnovabili, possibilmente prodotta in loco o nelle vicinanze.

Quadro normativo (non esaustivo)

2010/31/UE

D.M. 26/06/2015

D.Lgs. 63/2013
L. 90/2013

(UE) 2018/844

(UE) 2024/2175

PNRR

CAM

D.Lgs. 48/2020

D.M. 28/10/2025

Requisiti di un Nearly Zero Energy Building

- Domanda energetica minima
- Impianti per l'autosufficienza
- Involucro performante
- Assenza di ponti termici
- VMC
- Orientamento e superfici trasparenti
- Materiali sostenibili



Il ruolo degli isolanti

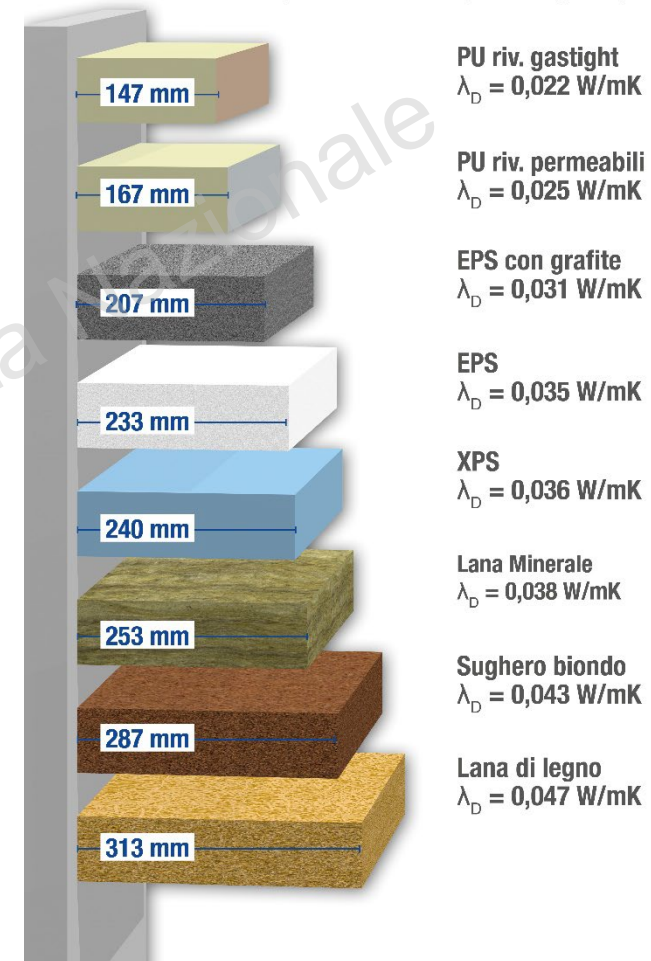
«L'energia più pulita è quella che non consumiamo».

Lo ha ribadito Carlo Ratti, architetto-ingegnere, direttore del MIT Senseable City Lab di Boston e curatore della Biennale di Architettura di Venezia 2025, intervenuto al Sustainable Future Energy Summit.

Isolanti a confronto: IL POLIURETANO

- Spessori ridotti a parità di prestazioni
- Miglior rapporto volume edilizio/spazio abitativo
- Minori costi mano d'opera
- Minori costi trasporto/stoccaggio
- Minor volume e peso di materiale utilizzato (minor impatto ambientale)

Confronto tra gli spessori di diversi materiali isolanti necessari ad ottenere una **Trasmittanza Termica $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$**
(valore di riferimento per edifici passivi)



Istituto Comprensivo «Città di Chiari»



Case history NZEB

Un progetto ambizioso

- Riunire sotto un **unico polo** tutte le scuole primarie della città di Chiari (BS)
- Creare **sinergie** con i servizi del territorio
- Offrire allo stesso tempo un **polo didattico efficiente e moderno** e degli spazi a servizio di **tutta la cittadinanza**



La superficie di intervento



Vista aerea dell'istituto comprensivo Città di Chiari

Gli obiettivi del progetto

- Creazione di un **complesso energeticamente autonomo**
- Elevatissime prestazioni di **isolamento termico**
- Impianti all'avanguardia
- Altissimo livello di **comfort indoor**
- Utilizzo degli **apporti solari**



I numeri del progetto

I volumi in gioco		
Demolizione volumi energivori	15.177	mc
Coibentazione involucro riscaldato edilizia esistente	10.467	mc
Nuovi involucri in ampliamento	33.476	mc



Il passaggio di classe

Volumetria pre - esistente 25.644 mc
classe **G**

Volumetria attuale 43.943 mc
classe **A2 NZEB**



La progettazione

- **Unità modulari** che si sviluppano intorno ad una corte
- Nuovo blocco suddiviso in più **volumi**
- **Spazi connettivi** e aree comuni
- **Illuminazione naturale**
- Scelte architettoniche di **modularità e movimento**



Le fonti rinnovabili

- Impianto fotovoltaico da **400 kW** posato su una superficie di **1850 mq** (**energia autoprodotta superiore a quella consumata**)
- **Impianto solare termico** per circa **10 mq** + accumuli per acqua calda sanitaria



TETTO PIANO

CAPPOTTO

FACCIATA VENTILATA

Le applicazioni del poliuretano nel progetto



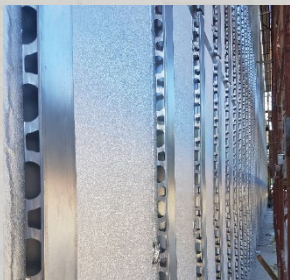
TETTO PIANO 2000 mq

Pannello in poliuretano espanso rigido rivestito sulla faccia superiore con velo vetro bitumato accoppiato a PP



CAPPOTTO 3000 mq

Pannello in poliuretano espanso rigido rivestito in velo vetro saturato



FACCIATA VENTILATA 2000 mq

Pannello in poliuretano espanso rigido rivestito in alluminio goffrato con struttura metallica preaccoppiata



Le applicazioni del poliuretano nel progetto

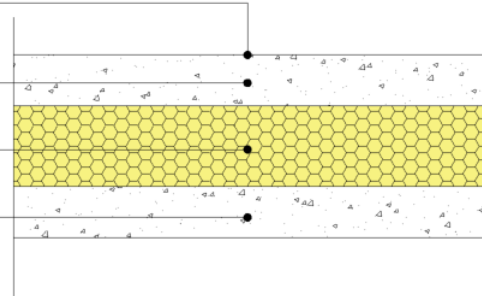
Il tetto piano

MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE

CLS ALLEGGERITO 10 cm

POLIURETANO 16 cm

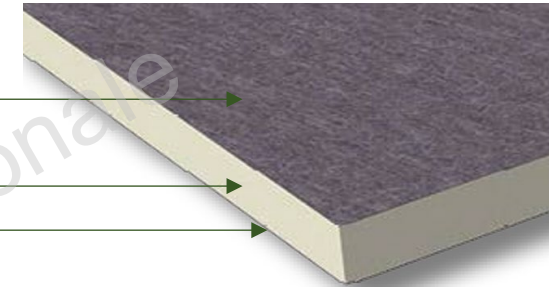
CLS RIEMPIMENTO 10 cm



VELO VETRO
BITUMATO

POLIURETANO

VELO VETRO
SATURATO



Parametri	Valori
Trasmittanza [W/m ² K]	0,13
Trasmittanza periodica [W/m ² K]	0,05
Attenuazione	0,24
Sfasamento	10h 32'
Ammettenza interna [W/m ² K]	7,6
Capacità termica periodica interna [kJ/m ² K]	105,2
Capacità termica periodica esterna [kJ/m ² K]	45,5
Ammettenza esterna [W/m ² K]	3,3

Caratteristiche del pannello	Valori
Rivestimento	Velo vetro bitumato accoppiato PP e velo vetro saturato
Spessori disponibili	Da 30 mm a 200 mm
Conducibilità termica λ_D	Da 0,027 W/mK a 0,024 W/mK
Utilizzo	Sotto massetto o membrana
Dimensioni	600 x 1200 mm

Il tetto piano con i pannelli in poliuretano



Volumi del complesso scolastico «Mellini» di Chiari

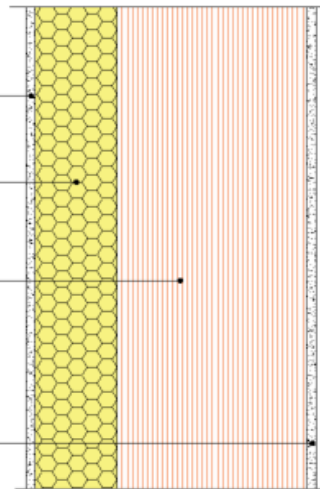
Il cappotto

INTONACO
ESTERNO

POLIURETANO 13 cm

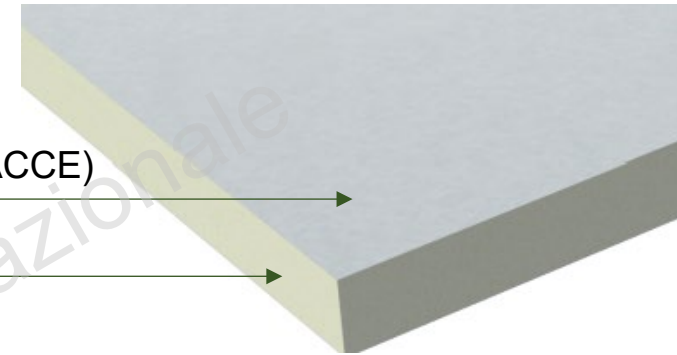
MURATURA 30 cm

INTONACO
INTERNO



VELO VETRO
SATURATO (2 FACCE)

POLIURETANO



Parametri	Valori
Trasmittanza [W/m²K]	0,14
Trasmittanza periodica [W/m ² K]	0,01
Attenuazione	0,07
Sfasamento	15h 30'
Ammettenza interna [W/m ² K]	3,0
Capacità termica periodica interna [kJ/m ² K]	41,1
Capacità termica periodica esterna [kJ/m ² K]	3,8
Ammettenza esterna [W/m ² K]	0,3

Caratteristiche del pannello	Valori
Rivestimento	Velo vetro saturato su entrambe le facce
Spessori disponibili	Da 20 mm a 200 mm
Conducibilità termica λ_D	Da 0,027 W/mK a 0,024 W/mK
Utilizzo	Cappotto, facciata ventilata, pilotis
Dimensioni	600 x 1200 mm

Il cappotto con i pannelli in poliuretano



Volumi del complesso scolastico «Mellini» di Chiari

La facciata ventilata

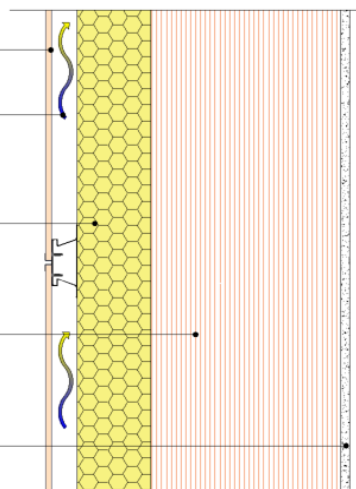
PIASTRELLA IN GRES

CAMERA DI
VENTILAZIONE 4 cm

POLIURETANO 12 cm
+ STRUTTURA

MURATURA 30 cm

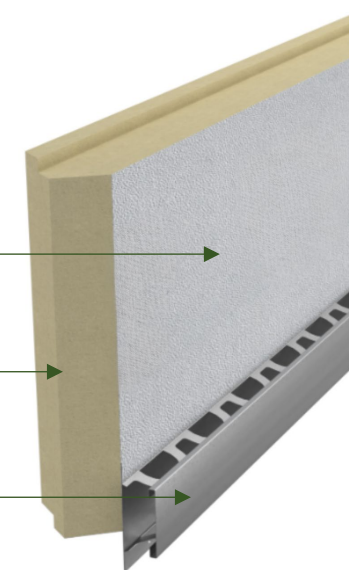
INTONACO
INTERNO



ALLUMINIO GOFFRATO
(2 FACCE)

POLIURETANO

STRUTTURA METALLICA



Parametri	Valori
Trasmittanza [W/m ² K]	0,11
Trasmittanza periodica [W/m ² K]	0,01
Attenuazione	0,05
Sfasamento	17h 30'
Ammettenza interna [W/m ² K]	2,13
Capacità termica periodica interna [kJ/m ² K]	29,3
Capacità termica periodica esterna [kJ/m ² K]	27,3
Ammettenza esterna [W/m ² K]	2,0

Caratteristiche del pannello	Valori
Rivestimento	Alluminio gofrato impermeabile
Spessori disponibili	Da 60 mm a 160 mm
Altezza correntino	40 mm
Conducibilità termica λ_D	0,022 W/mK
Finitura	Gres 30 x 60 mm
Dimensioni	600 x 2500 mm
Fissaggio	Tasselli ad espansione

La facciata ventilata: funzionamento

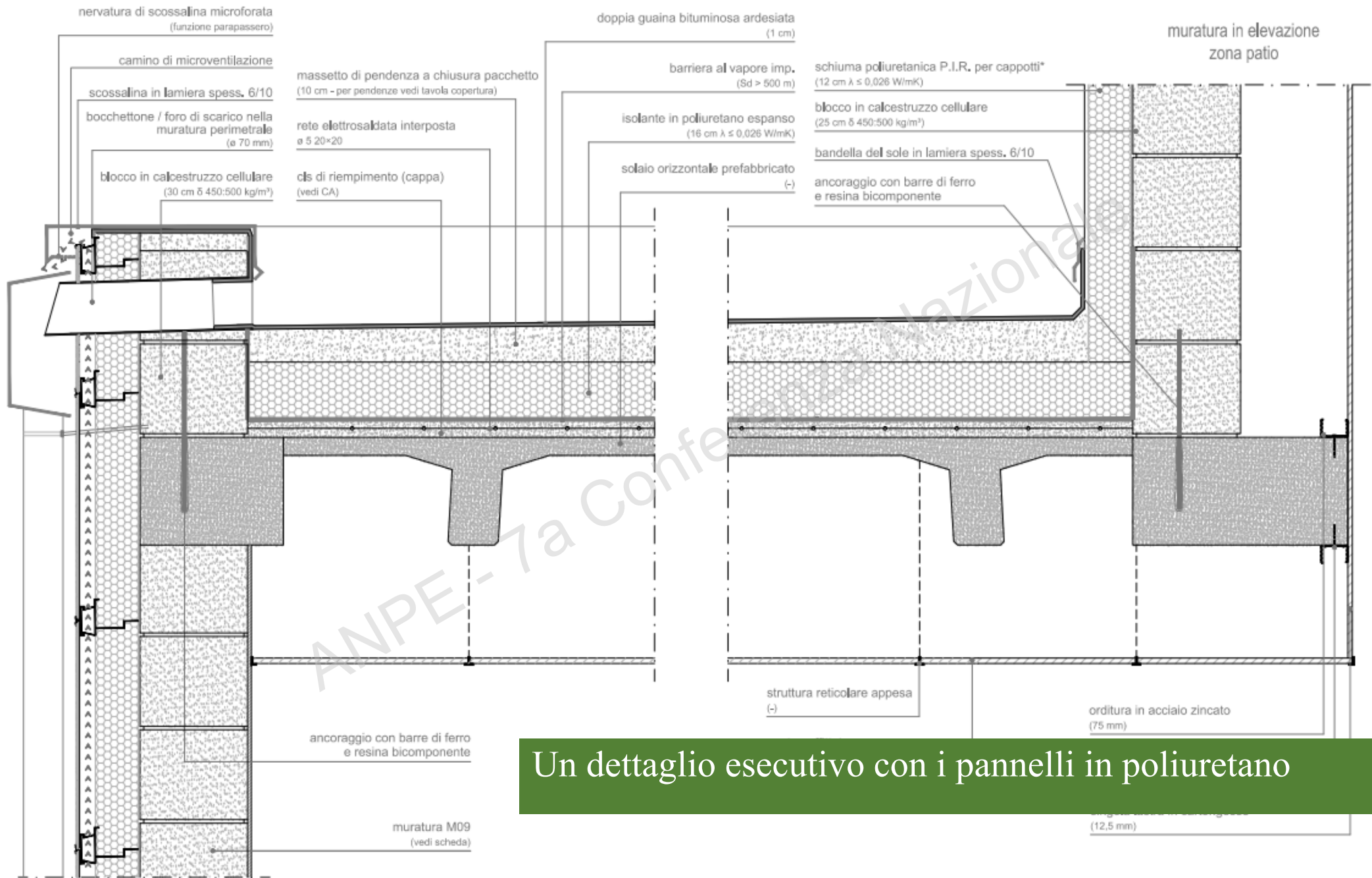
- **SCHERMO AVANZATO:**
no irraggiamento diretto
all'involucro
- **VENTILAZIONE:**
moti convettivi generati dal
gradiente di temperatura tra
rivestimento e isolante



La facciata ventilata con i pannelli in poliuretano



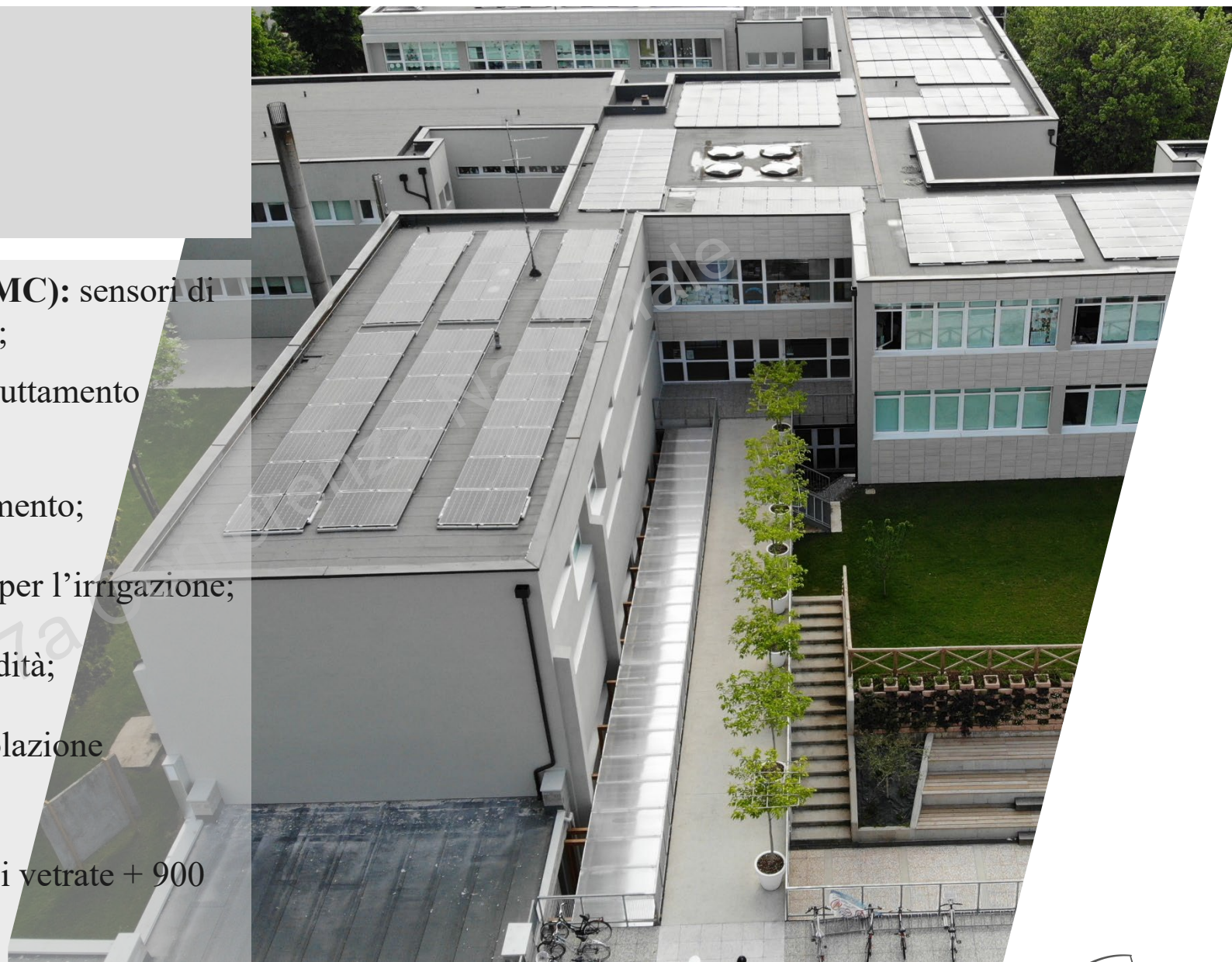
Volumi del complesso scolastico «Mellini» di Chiari



Un dettaglio esecutivo con i pannelli in poliuretano

Non solo isolamento

- **Sistema di ventilazione meccanica (VMC):** sensori di rilevamento della concentrazione di CO₂;
- **Serra bioclimatica sopra la mensa:** sfruttamento dell'energia solare;
- **Tubi radianti** per riscaldamento a pavimento;
- **Acqua di recupero** dall'acqua potabile per l'irrigazione;
- **Acqua di falda:** pozzi a 60 m di profondità;
- **Sistema domotico** di controllo con regolazione istantanea.
- **Infissi:** circa 2000 mq di nuove superfici vetrate + 900 mq di vecchi infissi sostituiti



CONSUMI E RISPARMI

- Costi storici di gestione:
465.000 €/anno
- Risparmio sui costi
totali: **170.000 €/anno**
- Produzione energia
alternativa: **412.460 mWh**



Il verde come elemento di progettazione



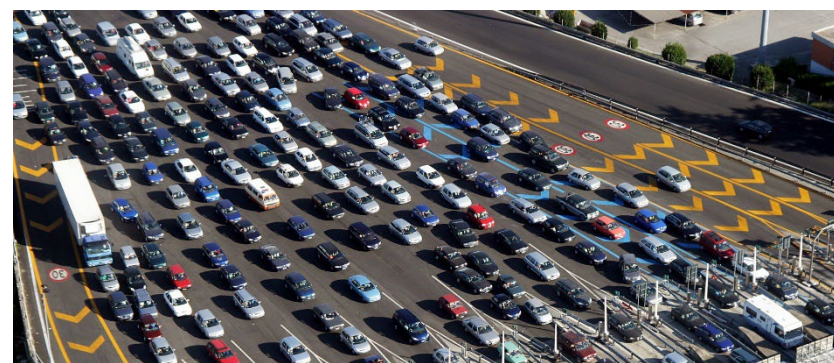
Volumi del complesso scolastico «Mellini» di Chiari

Abbattimento emissioni in atmosfera

218.480 kg CO₂/anno

=

- 21.848 arbusti di città
- 5581 alberi delle grandi foreste
- automobili in circolazione per km 1.456.000 (4 viaggi Terra/Luna)



Anche il «dopo» è importante



Le aggiunte al progetto originale

TO BE CONTINUED....

- Il comune di Chiari ha riqualificato e unificato un altro polo scolastico
- Anche il nuovo progetto è stato realizzato isolando con pannelli in poliuretano



Da nZEB a ZEmB

Direttiva EPBD 2024/1275/UE

- obiettivo UE: **patrimonio edilizio completamente decarbonizzato entro il 2050;**
- Attenzione sulle emissioni di carbonio e gas serra; il concetto di ZEB non si limita all'efficienza e alle rinnovabili, ma considera anche le **emissioni incorporate** nei materiali e nei processi edilizi, con l'obiettivo di **azzerare le emissioni clima-alteranti** lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio, dalla costruzione alla demolizione.

Tempistiche della EPBD IV

- dal **1° gennaio 2028** scatta obbligo di edifici a emissioni zero per i nuovi edifici di proprietà pubblica;
- dal **1° gennaio 2030** l'obbligo è esteso a tutti i nuovi edifici;
- dal **1° gennaio 2030** anche le ristrutturazioni dovranno trasformare l'edificio in un ZEmB



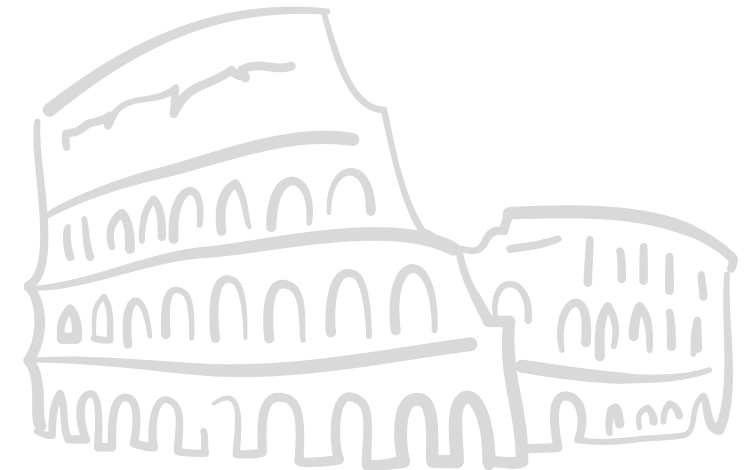


7a Conferenza Nazionale Poliuretano Espanso rigido
PROGETTARE l'efficienza, COSTRUIRE il cambiamento
Roma 7 Maggio 2026



Grazie per l'attenzione

Ing. Lisa Favilli



ANPE - 7a Conferenza Nazionale