

POLIURETANO 4.0



4a
Conferenza Nazionale
Poliuretano Espanso
rigido

Roma

10 ottobre 2019

Case History NZEB: il ruolo degli isolanti in poliuretano

Ing. Lisa Favilli

Nzeb – QUADRO NORMATIVO

- DIRETTIVA 2010/31/CE «edifici a energia quasi zero»
- Recepita dall'Italia con la L.90/2013 «edifici ad altissima prestazione energetica»
 - Gli edifici pubblici dal 1 Gennaio 2019
 - Tutti gli edifici dal 1 Gennaio 2021
- Requisiti minimi presenti nel DM 26 Giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici»

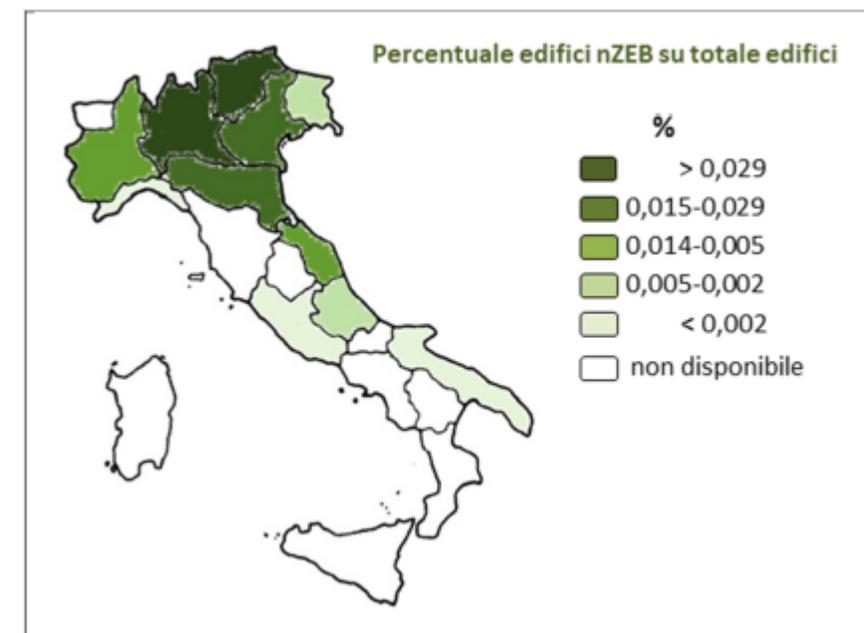
Nzeb – IN ITALIA

PANZEB «piano d'azione destinato ad aumentare il numero di edifici ad energia quasi zero», 2015



Osservatorio Nzeb ENEA:

- la definizione di Indicatori rappresentativi;
- la raccolta in una banca dati dei dati relativi ad edifici Nzeb (prestazioni globali e dei singoli componenti e sistemi);
- l'elaborazione di schede-tipo;
- la mappatura degli edifici Nzeb (**circa 1400 edifici Nzeb in Italia al 30 Giugno 2018**)



Nzeb - DOMANDE



Nzeb – RISPOSTE

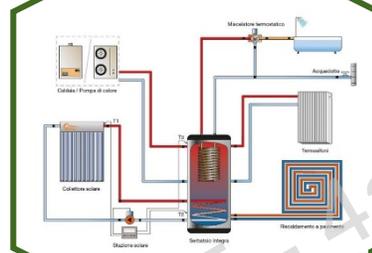
FONTI RINNOVABILI



DOMOTICA

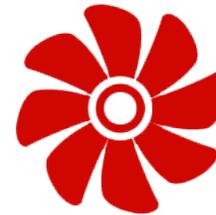


IMPIANTI EFFICIENTI



SOLUZIONI
PASSIVE E
CONTROLLO
CONSUMI

VENTILAZIONE NATURALE



ESPOSIZIONE



ISOLAMENTO

ANPE - Conferenza Nazionale



Nzeb – REQUISITI NUMERICI

CONSUMO EDIFICIO ESISTENTE: 200 - 400 kWh/mq anno VS CONSUMO EDIFICIO NZEB: 30 kWh/mq anno

DM 26 GIUGNO 2015

$H'T$ [W/m ² K]	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente	Tabellato il valore limite per zona climatica
$A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$	Rapporto tra l'area solare equivalente estiva per unità di superficie utile	Tabellato il valore limite in funzione della categoria di edifici
η_H η_c η_w	Efficienze medie stagionali di impianto di climatizzazione invernale (H), estiva (c) e di produzione ACS (w)	Valore limiti relativo all'edificio di riferimento
$EP_{H,nd}$ [kWh/m ²]	Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	Valore limiti relativo all'edificio di riferimento
$EP_{C,nd}$ [kWh/m ²]	Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	Valore limiti relativo all'edificio di riferimento
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione globale dell'edificio	Valore limiti relativo all'edificio di riferimento
U	Trasmittanze termiche di superfici opache verticali e orizzontali e superfici trasparenti	Valori limite in funzione della zona climatica riferiti all'edificio di riferimento

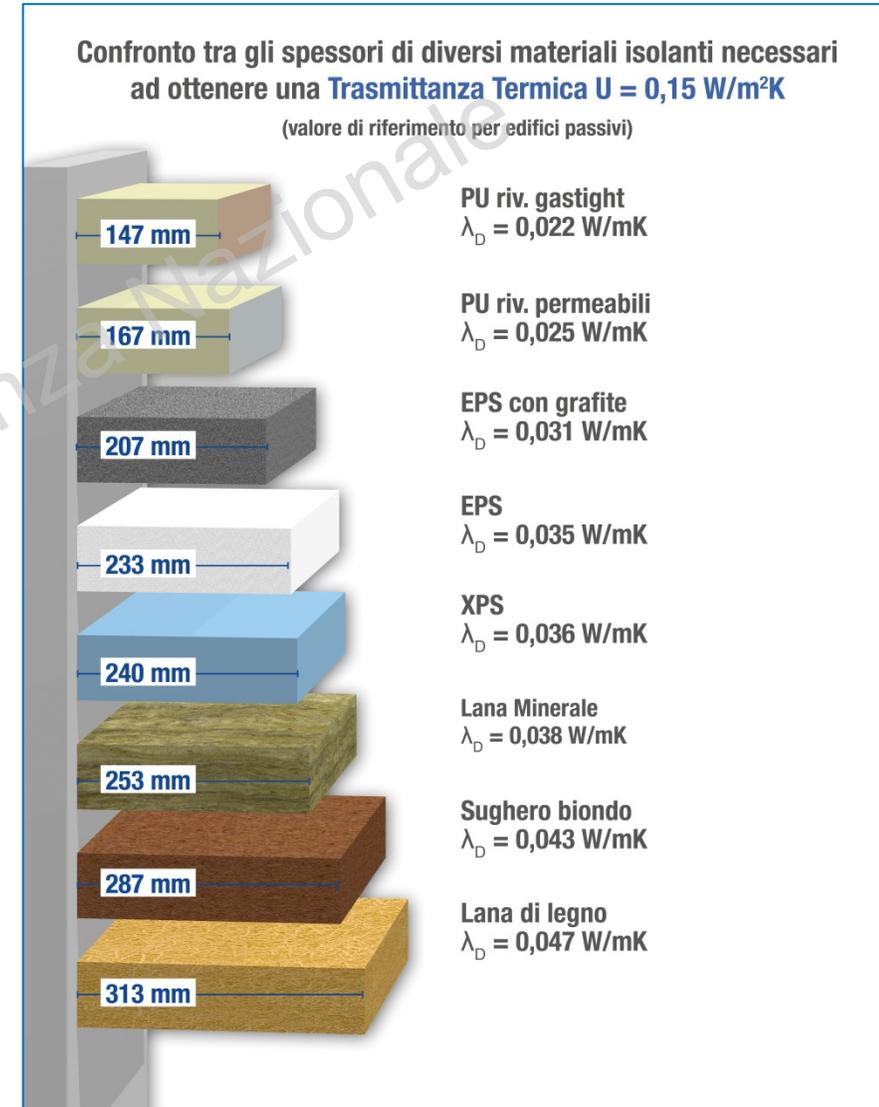
CARATTERISTICHE DEGLI ISOLANTI



IL RUOLO DEGLI ISOLANTI

VANTAGGI:

- 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)



CONDUCIBILITA' TERMICA DICHIARATA λ_D

- Materiali sottoposti a marcatura CE espongono in etichetta il **valore λ_D pari al valore medio per 25 anni di esercizio riferito al 90% della produzione con il 90% della confidenza statistica valutato alla T di prova di 10°C**
- Per tutti i materiali isolanti marcati CE **la conduttività termica di progetto (λ) coincide con la conducibilità termica dichiarata (λ_D)** in condizioni standard di esercizio ($0 < T < 20$ °C e $0 < U_r < 50\%$)
- Solo se i range di **T e U_r sono sostanzialmente diversi dalle condizioni standard, il progettista può correggere** i valori della conduttività termica dichiarata di tutti i materiali isolanti utilizzando la norma UNI EN 10456

Nzeb – standard e protocolli

EDIFICI PASSIVI

In grado di produrre, con fonti rinnovabili, l'energia utilizzata.
Non prelevano energia dalla rete e possono, quando ne producono più di quella necessaria alla loro gestione, immetterla nella stessa (**EDIFICI ATTIVI**).

STANDARD PASSIVHAUS, PARAMETRI:

1. consumi energetici
2. requisiti qualità
3. costi contenuti
4. Consumi riscaldamento < 15 kWh/m² anno
5. Energia primaria (energia totale per riscaldamento, ACS ed elettricità) < 120 kWh/m² anno
6. Parametri aggiuntivi:
 - Valori limite di trasmittanza termica
 - Assenza ponti termici
 - Sistemi recupero calore
 - Resistenza al vento

MINERGIE



**IMPIEGO MATERIALI
ISOLANTI EFFICIENTI
RENDE PIÙ AGEVOLE,
ECONOMICA E MENO
IMPATTANTE LA
REALIZZAZIONE DI NZEB**

CASE HISTORY: POLO SCOLASTICO DI CHIARI (BS)

Descrizione dell'intervento:

Efficientamento energetico e ampliamento polo scolastico

Obiettivi della progettazione:

1. Creazione di un complesso energeticamente autonomo
2. Elevatissime prestazioni di isolamento termico
3. Impianti all'avanguardia
4. Altissimo livello di comfort indoor
5. Utilizzo degli apporti solari



Committente: Amministrazione del Comune di Chiari (BS)
Progettazione generale: Arch. Aldo Maifreni – Dirigente del Settore 4 Territorio del Comune di Chiari
Coordinamento scientifico, verifica progettuale e supporto alle attività di RUP: Convenzione con il Politecnico di Milano - Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente Costruito – Department Architecture, Built environment and Construction engineering A.B.C.
Progettazione definitiva ed esecutiva: Poolmilano s.r.l. in ATI con altri Studi
Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Aldo Maifreni – Dirigente del Settore 4 Territorio del Comune di Chiari
Imprese realizzatrici: IMPRESA DI COSTRUZIONI G.B. S.C.AR.L. di Busnago (capogruppo) e Notarimpresa spa di Novara
Anno di realizzazione: 2018-2019

CASE HISTORY: POLO SCOLASTICO DI CHIARI (BS)

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI:

- **Pareti esterne**

Isolamento termico: facciata ventilata a secco con pannello in PU sp. 120 mm, preaccoppiato alla struttura metallica

Rivestimento: gres porcellanato

Trasmittanza: $U = 0,105 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $Y_{IE} = 0,001 \text{ W/m}^2\text{K}$

CLASSE ENERGETICA A2



CASE HISTORY: POLO SCOLASTICO DI CHIARI (BS)

ALTRE CARATTERISTICHE:

- **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;
- **Fonti rinnovabili (400 kWp):** Impianto fotovoltaico installato sulle coperture (1.851,48 mq) e impianto geotermico, impianto solare termico;
- **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.



CLASSE ENERGETICA A2



BILANCIO ENERGETICO POSITIVO



CASE HISTORY: POLO SCOLASTICO DI CHIARI (BS)

CONSUMI E RISPARMI:

- Costi storici di gestione: **465.000 €/anno**;
- Risparmio sui costi totali: **170.000 €/anno**;
- Produzione energia alternativa: **412.460 mWh**;
- Abbattimento di emissioni in atmosfera: **218.480 kg di CO₂/anno**.

21.848 arbusti di città
(10kg/albero/anno) o
5581 alberi delle grandi foreste

automobili in circolazione per km
1.456.000 che sono
l'equivalente annuo di
quattro viaggi Terra/Luna



SCAMBIO SUL POSTO



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI TREZZO TINELLA (CN)

Descrizione dell'intervento:

Casa unifamiliare, sup. 400 mq, edificata su sito di un'abitazione priva di valore storico ed architettonico

Obiettivi della progettazione:

1. Totale indipendenza energetica
2. Zero emissioni di CO₂
3. Bassissimo consumo energetico 2kWh/m²anno (metodo PHPP Passive House Planning Package)



Committente e Impresa Costruttrice:

Edilio s.r.l. di Dott. G. Cagnoli Osio Sotto (Bg)

Progettazione architettonica e energetica:

Arch. P. Corona – Milano

Calcoli e opere in c.a.: Ing. G.B. Scolari – Curno (Bg)

Progetto impianto termico, idraulico ed elettrico:

Advanced Engineering s.r.l. – Milano

Certificazione energetica PHPP: Ing. M. De Beni per TBZ Centro di Fisica Edile – Bolzano - Modena.

CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI TREZZO TINELLA (CN)

CARATTERISTICHE DELLE PARETI:

- **Pareti corpo principale in doppia muratura**

Isolamento termico: in intercapedine PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 200 mm

Trasmittanza: $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Pareti serra bioclimatica con struttura in legno**

Isolamento termico: a cappotto PANNELLI PU GAS TIGHT sp. 250 mm

Trasmittanza: $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Pareti volume scale interne con struttura metallica**

Isolamento termico: facciata ventilata a secco PANNELLI PU GAS TIGHT

Trasmittanza: $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $Y_{IE} = 0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$

**ELIMINAZIONE
DI TUTTI I PONTI
TERMICI**



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI TREZZO TINELLA (CN)

CARATTERISTICHE DELLE COPERTURE:

- **Copertura corpo principale a falda con struttura in legno**

Isolamento termico: PANNELLO IN PU

Trasmittanza: $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $Y_{IE} = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Copertura serra bioclimatica a tetto verde**

Isolamento termico: esterno PANNELLI PU GAS TIGHT sp. 200 mm

Trasmittanza: $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $Y_{IE} = 0,001 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Copertura piana volume scale interne (tetto caldo)**

Trasmittanza: $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $Y_{IE} = 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$

ELIMINAZIONE
DI TUTTI I PONTI
TERMICI



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI TREZZO TINELLA (CN)

ALTRE CARATTERISTICHE:

- **Superfici vetrate:** infissi in legno e alluminio $U_w = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Sistema di ventilazione meccanica (VMC)**
- **Riscaldamento e ACS** forniti da una piccola pompa di calore geotermica + serbatoio di $0,5 \text{ m}^3$ di acqua calda
- **Tubi radianti** a bassa temperatura per riscaldamento a pavimento
- **Non necessario impianto di raffrescamento**
- **Fonti rinnovabili:** Impianto fotovoltaico installato sulla copertura e turbina eolica ad asse verticale entrambi connessi alla rete elettrica nazionale e dimensionati per soddisfare il fabbisogno energetico di tutti i sistemi HVAC



**ELIMINAZIONE
DI TUTTI I PONTI
TERMICI**



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI TREZZO TINELLA (CN)

CONSUMI:

- Riscaldamento: **2 kWh/m² anno x 400 m² = 800 kWh/anno**
- Raffrescamento: **0 kWh/m² anno**
- Globale inclusa acqua calda: **30 kWh/m² anno x 400 m² = 12000 kWh/anno**
- Percentuale di Energia da fonti rinnovabili: **100%**
- Emissioni CO₂ : **0**



CONFRONTO CON LA MEDIA DI UN EDIFICIO IN CLASSE C:

- Globale: **50-70 kWh/m² anno x 400 m² = 24000 kWh/anno (ca. 2400 lt gasolio/anno x 1,25 €/lt = 3000 €/anno)**
- Emissioni CO₂: **2,7 kg CO₂ / lt gas. x 2400 lt/anno = 6480 kg CO₂/anno**



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI GALLIATE (NO)

Descrizione dell'intervento:

Recupero casseri esistenti in edilizia tradizionale per formazione unità abitativa compresa entro sagoma planivolumetrica corpo esistente

Obiettivi della progettazione:

1. Edificio ad energia quasi zero (metodo Firma Energetica)
2. Correzione ponti termici
3. Studio del comportamento in periodo estivo con simulazioni in regime dinamico



Destinazione d'uso: **residenziale, prima casa**
Anno di realizzazione: **2014**
Superficie utile: **173,19 m²**
Prestazioni: **Casa Attiva**
Software di progettazione energetica: **dinamico**
Progett. Architett. e strutturale, DL: **STUDIO A**
Ing. Giuseppe Ceffa, Arch. Vignarelli, Arch. Petrilli
Prog. Energetica, DL: **Ing. Catello Soccavo**

CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI GALLIATE (NO)

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI:

- **Pareti**

Isolamento termico: PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 120 mm

Trasmittanza: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Copertura**

Isolamento termico: PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 280 mm

Trasmittanza: $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

- **Pavimento**

Isolamento termico: PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 120 mm

Trasmittanza: $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

ALTRE CARATTERISTICHE:

- **Superfici vetrate** (infisso legno/alluminio, triplo vetro + veneziana)

Trasmittanza: $U_w = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$

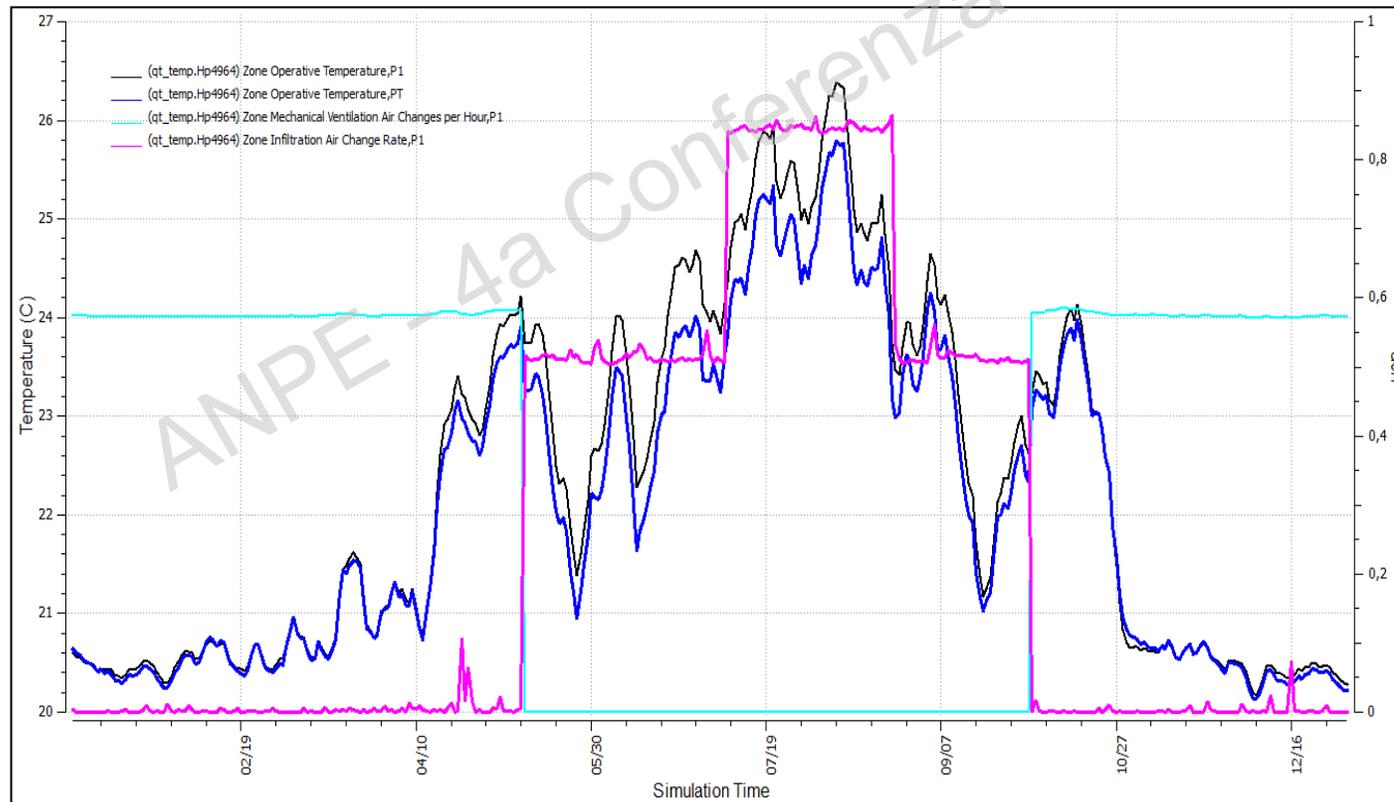
**ELIMINAZIONE
DI TUTTI I PONTI
TERMICI**



CASE HISTORY: CASA ATTIVA DI GALLIATE (NO)

COMFORT DEGLI AMBIENTI:

Temperatura media operante, valutata dinamicamente e calcolata senza utilizzare l'impianto di raffrescamento, $20 < T_o < 27$ °C in entrambe le zone termiche (zona giorno e notte), garanzia di benessere abitativo



CASE HISTORY: ECO- CONDOMINIO LECCE

Descrizione dell'intervento:

Progettazione condominio attenta a condizioni bioclimatiche e microclimatiche del sito

Obiettivi della progettazione:

1. Sfruttamento apporti gratuiti di energia solare in regime invernale ed adeguato controllo carichi interni in regime estivo
2. Protezione e controllo irraggiamento solare con adeguato dimensionamento aperture vetrate
3. Elevato comfort termico ed acustico
4. Energia solare per ACS (pannelli solari) e corrente elettrica (pannelli fotovoltaici)
5. Ventilazione naturale passiva e "free-cooling" notturno mediante vano scala concepito come "torre del vento"



Destinazione d'uso: **residenziale**

Progettisti: **0-co2 architettura
sostenibile**

**arch. Bart Conterio - ing. Paolo Maria
Congedo**

CASE HISTORY: ECO- CONDOMINIO LECCE

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI:

Pareti esterne a muratura doppia alternando strati con caratteristiche termiche “capacitive” (alta densità) e strati con caratteristiche termiche “resistive” (isolamento termico a bassa densità e/o densità e tipologia differenziata)

Isolamento termico: cappotto esterno in PU

Trasmittanza: $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza termica periodica: $0,0022 < Y_{IE} < 0,003 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattore di attenuazione: $0,0146 < f_a < 0,0211$

Capacità termica areica interna periodica (cip): $55 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

Massa termica superficiale (escluso intonaci): $280 < M < 290 \text{ kg/m}^2$

Ammettenza interna: $4,02 < Y_T < 4,20 \text{ W/m}^2/\text{K}$

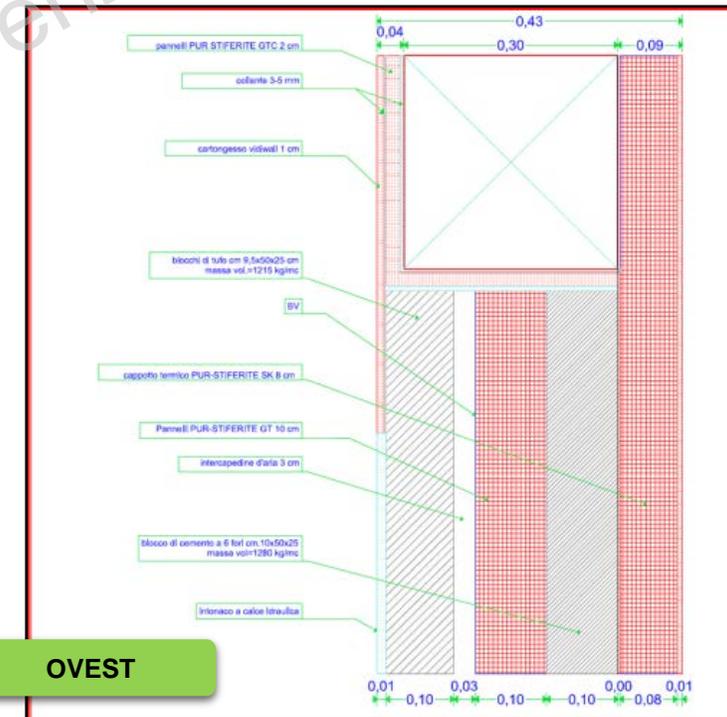
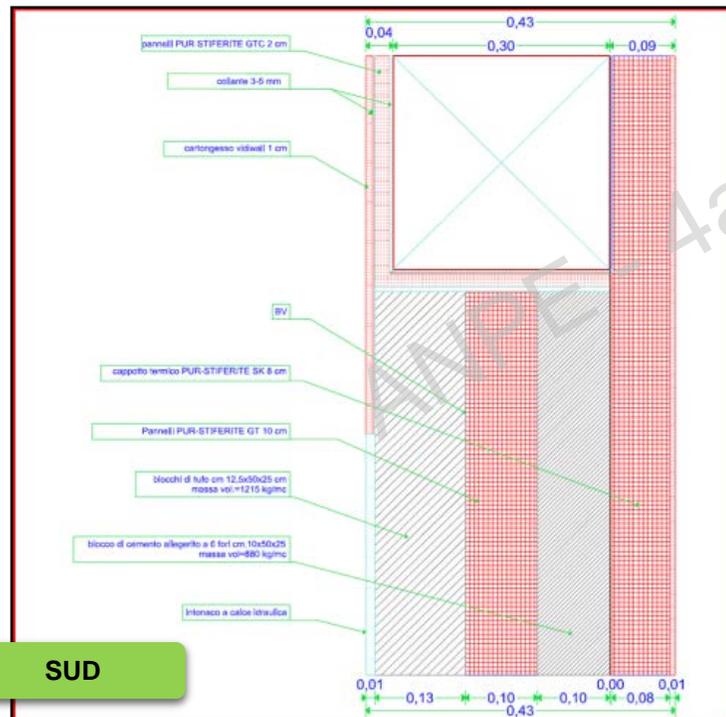
**STRATIGRAFIE
DIFFERENZIATE**



CASE HISTORY: ECO-CONDOMINIO LECCE

VANTAGGI DELLA STRATIGRAFIA VARIABILE:

- Riduzione perdite di calore verso l'esterno e sfruttamento guadagni energia solare in inverno
- Protezione dagli apporti solari estivi, controllo e smaltimento adeguato degli apporti di calore gratuiti interni



CASE HISTORY: VILLINO BRENCA ANGUILLARA SABAZIA (RM)

Descrizione dell'intervento:

Demolizione e ricostruzione edificio
residenziale

Obiettivi della progettazione:

1. Metodologia certificativa Classe A+
2. Metodologia certificativa CasaClima Gold



Committente:

Dott. Gabriele Brenca

Progettista e Direttore Lavori:

Arch. Lorenzo Argenti - Roma

Progettista consulente CasaClima:

Ing. Fausto Altavilla - Roma

Impresa esecutrice:

Di Manno Marco Edilizia Artigiana - Lenola (LT)

CASE HISTORY: VILLINO BRENCA ANGUILLARA SABAZIA (RM)

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI:

- **Pareti perimetrali**

Isolamento termico: in intercapedine

PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 120 mm

- **Primo solaio**

Isolamento termico:

PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 80 mm

- **Solaio interpiano**

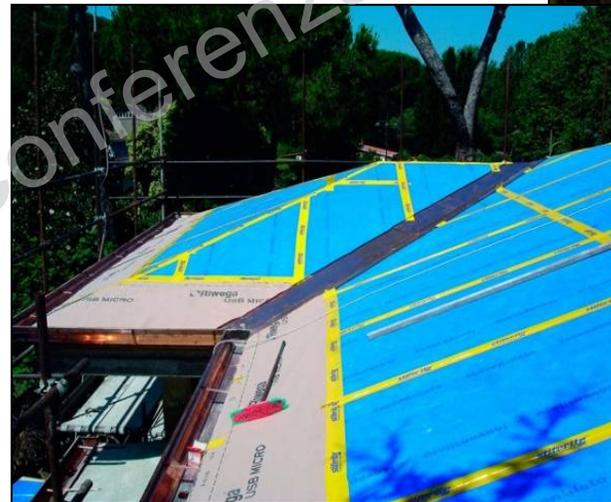
Isolamento termico:

PANNELLO PU GAS TIGHT sp. 60 mm

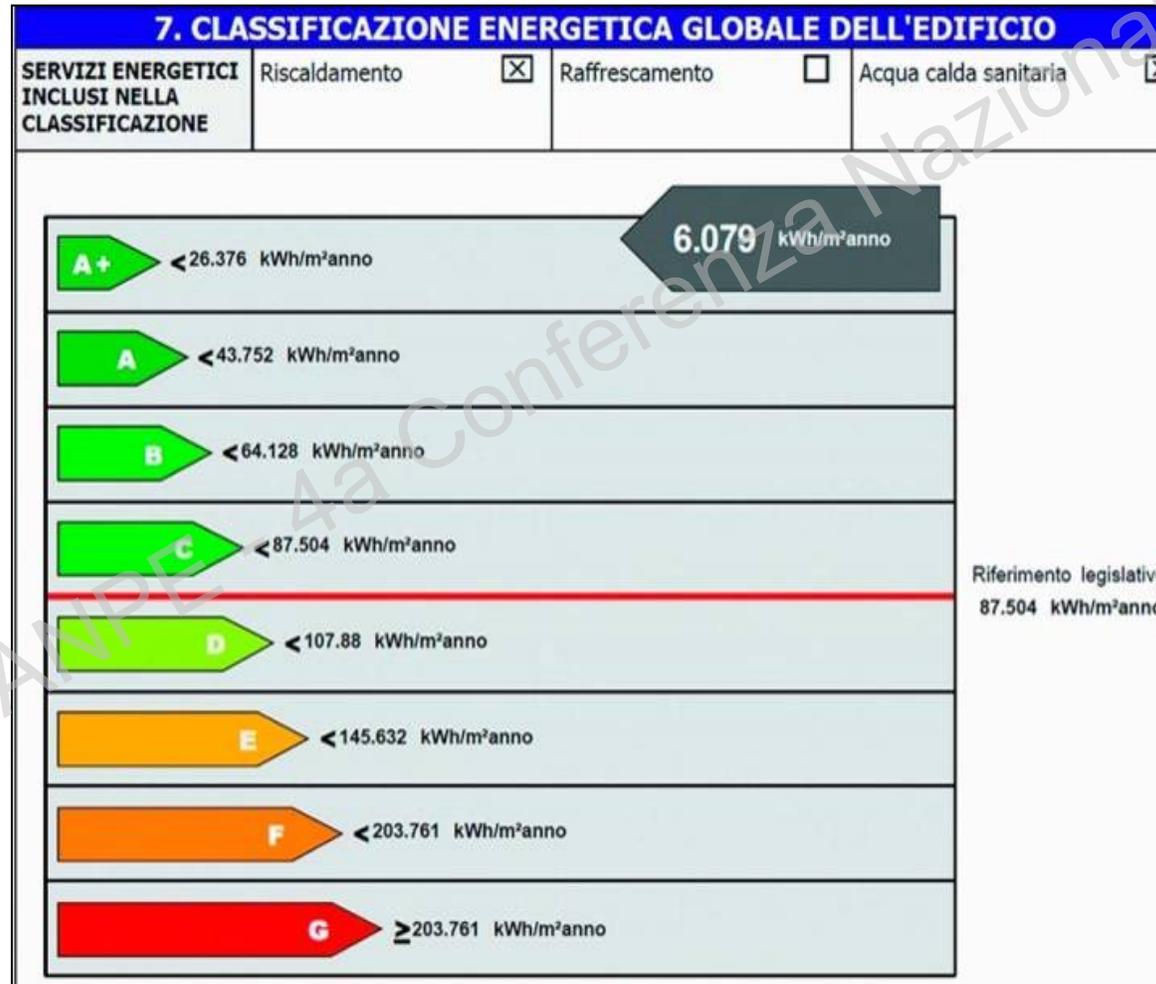
- **Copertura**

Isolamento termico:

PANNELLO PU GAS OPEN sp. 120 mm



CASE HISTORY: VILLINO BRENCA ANGUILLARA SABAZIA (RM)





Grazie per l'attenzione

Ing. Lisa Favilli



www.poliuretano.it