

Palermo, 27 maggio 2022



LA SVOLTA GREEN
DELL'EDILIZIA

"Riqualficazione energetica di distretti storici in area Mediterranea"

Prof. Ing. Fabio Fatiguso
Politecnico di Bari

UNA INIZIATIVA



ANCE

ASSOCIAZIONE NAZIONALE
COSTRUTTORI EDILI





Il Patrimonio Edilizio Esistente

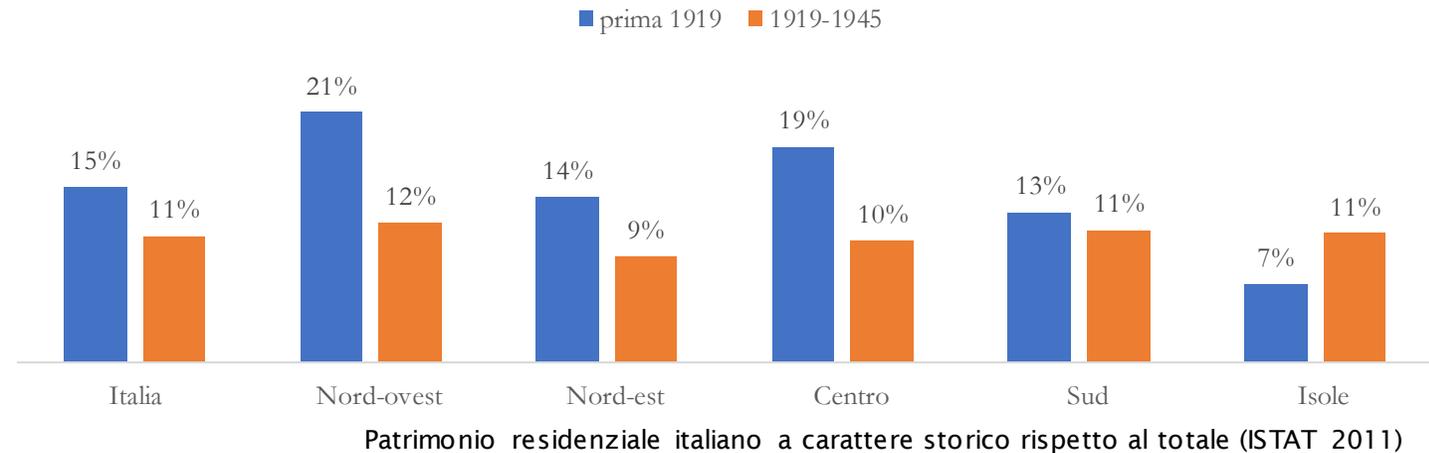
RILEVANZA del patrimonio storico nel quadro nazionale:



RIUSO come strategia sostenibile ed ecologica, seppure con la necessità di trasformarla

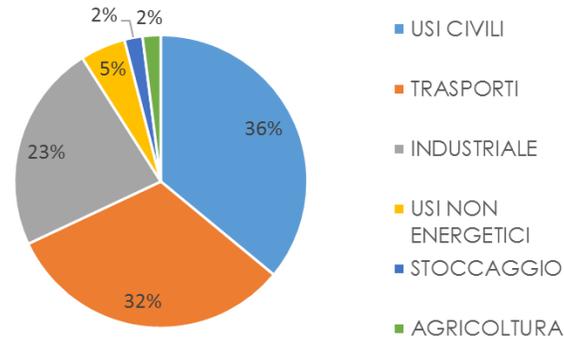


CONSERVAZIONE DEI VALORI IDENTITARI come responsabilità culturale, sociale e morale





Edificato residenziale nei distretti storici ed efficienza energetica



Elevata responsabilità del settore residenziale nei consumi energetici nazionali

Energia da fonte non rinnovabile
Involucro edilizio inefficiente

Necessità trasformativa



Comfort indoor

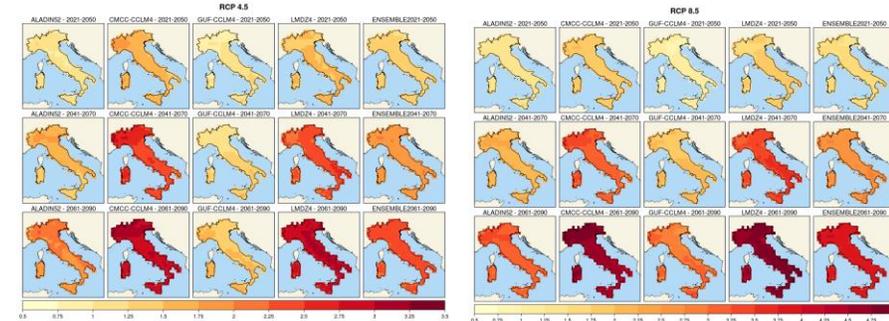


Riduzione dei consumi energetici



Edificato residenziale nei distretti storici

Efficienza energetica ed esposizione ai rischi dei cambiamenti climatici



La regione mediterranea è l'area più vulnerabile d'Europa all'incremento delle temperature medie mensili e numerosità di ondate di calore

Necessità trasformative



Comfort indoor



Riduzione dei consumi energetici



Mitigare gli effetti climatici e micro-climatici

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Che consideri appropriati livelli di criticità nella determinazione della programmazione delle azioni rispetto ai caratteri del costruito a scala edilizia e di ambiente costruito sub-urbano, nonché climatico-positivi rispetto ai caratteri ambientali



Ampliamento temporale di efficacia

Nel processo di valutazione delle performance del costruito, coniugando alle azioni mitigative (riduzione delle emissioni di GHG) quelle adattive per la gestione espositiva del patrimonio ai processi di cambiamento climatico di macro e micro-scala urbana

MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

APPROCCIO DI PRIORITA' DI AZIONE

SUPPORTO A PUBBLICA AMMINISTRAZIONE E TECNICI

APPROCCIO DI SISTEMA

CONIUGARE TRASFORMAZIONE, COMPATIBILITA' e PERSISTENZA

Congruenza delle scelte

per la gestione e la programmazione delle trasformazioni di energy retrofit nel quadro normativo che vede tali contesti esclusi dalle strategie tradizionali a vantaggio della loro conservazione

"Member States may decide not to set or apply the requirements referred to in paragraph 1 for the [...] buildings and monuments officially protected as part of a designated environment or because of their special architectural or historic merit, where compliance with the requirements would unacceptably alter their character or appearance"

Eccezione del patrimonio storico (Par. 3, Sec. 4, EPBD 2002/91/EC)

Superamento dell'approccio case-by-case

Approccio del landscape urbano

Per i valori socio-economici, socio-culturale e ambientali

Historic district as

"an urban settlement where buildings, entities, men and environments exist and should be - physically and socially - preserved"

Cervellati, P.L. and Scannavini, R., 1973. Bologna: politica e metodologia del restauro nei centri storici

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

La congruenza

Un **recupero “congruente”** consente una verifica dell’appropriatezza delle scelte e di superare la logica del caso per caso, permettendo la compresenza dell’istanza di non cancellazione delle nature storiche del preesistente e di adattamento ai differenti bisogni che si presentano all’utilizzazione

“sistema degli usi”

insieme delle scelte tecniche e tecnologiche conseguenti alla individuazione del quadro esigenziale e degli obiettivi prestazionali

“sistema dei valori”

insieme di limitazioni che l’architettura pone alle possibilità di modifica e di adeguamento a nuove esigenze senza perdere la proprie caratteristiche

Definizione di **criteri e modalità di intervento appropriati**, attraverso un confronto di congruenza che assicuri la compresenza delle istanze di utilizzo in condizioni di qualità contemporanea degli edifici e di valorizzazione e conservazione del patrimonio edilizio

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea



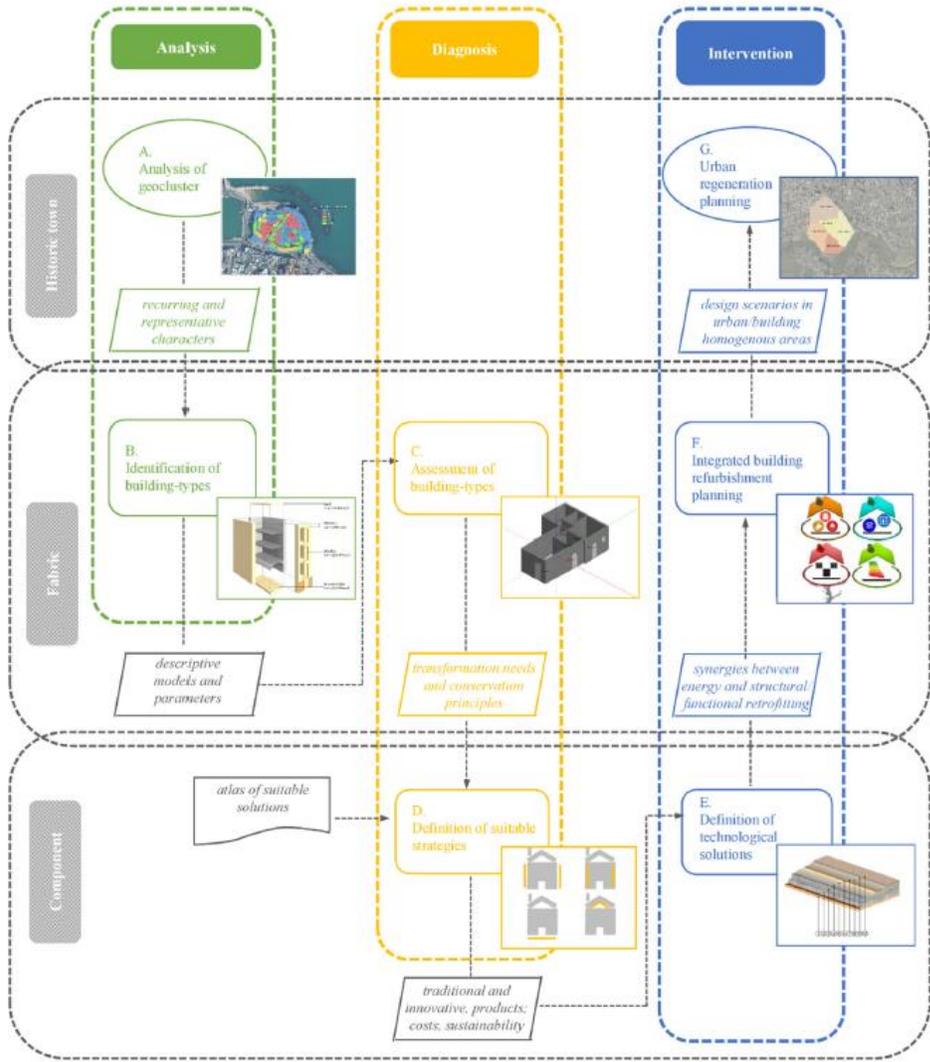
RESILIENZA ENERGETICA DEI CONTESTI URBANI STORICI

- Mitigazione
- Adattamento
- Trasformabilità
- Livelli di priorità



“Capacità del sistema complesso di sottoporsi al cambiamento climatico, adattandosi e trasformandosi al fine di (ri)garantire l’auto-sufficienza energetica, ripristinando la sua funzione originaria e mantenendo la sua identità”

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea



PROCESSO INTERVENTI DI RESTAURO

Analisi - diagnosi - intervento

L'USO DEL «TIPO» PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA

Caratterizzazione morfo-tipologica e morfo-distributiva del patrimonio a scala di distretto e di edificio per il superamento delle stratificazioni

PROCESSI DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Analisi locale dei macro-processi di cambiamento climatico e analisi pre-crisi dei processi in corso

TEORIA FISICA E SPERIMENTALE DELL'EFFETTO ISOLA DI CALORE A SCALA DI CANYON URBANO

Analisi del sistema unitario di distretto secondo i principi di interazione città-clima a scala di unità minima di distretto al fine di individuare elementi ricorrenti, criticità e propensioni a scala micro-climatica

DATASHEET, LINEE GUIDA ALL' «HOW TO DO IT»

Nell'ottica della promozione di best practice e divulgazione delle attività promosse dalla Comunità Europea agli attori dei processi

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

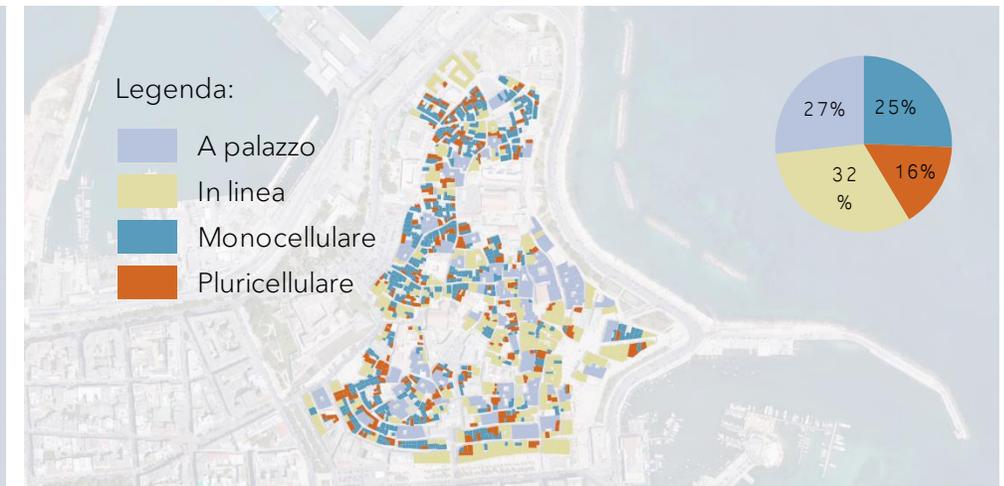
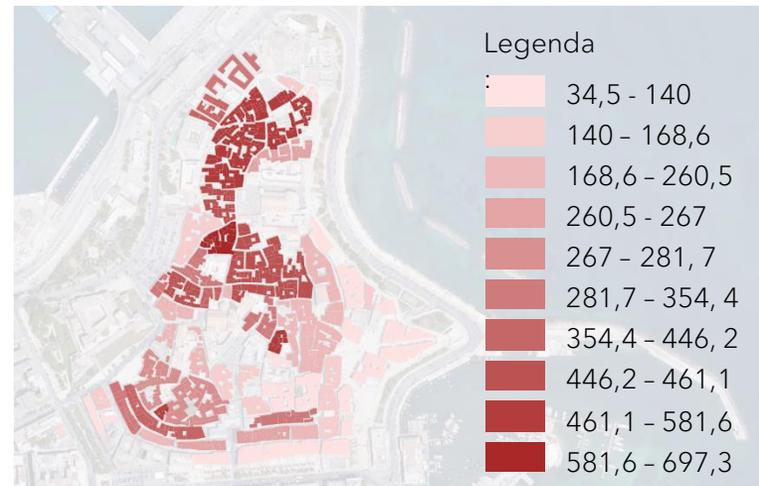
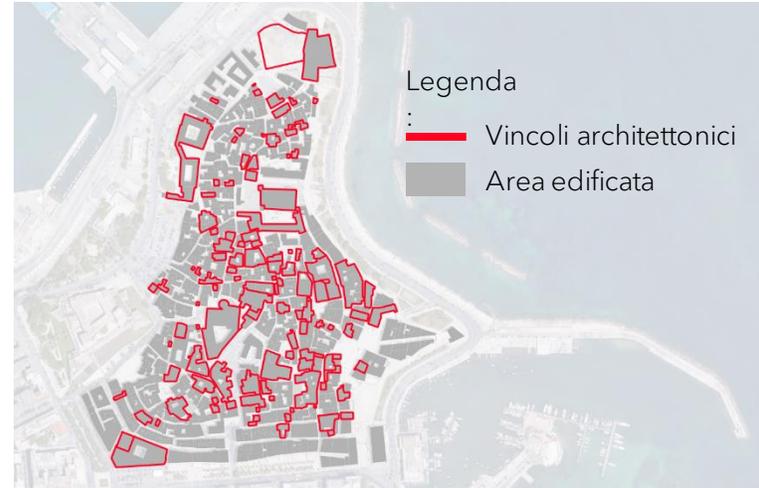
L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea



L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta

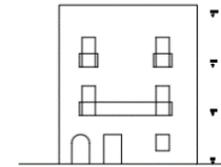


Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

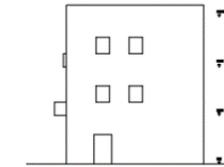
L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta



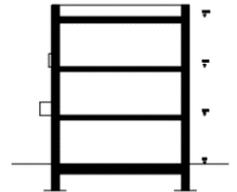
Prospetto SUD



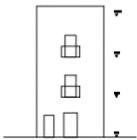
Prospetto EST



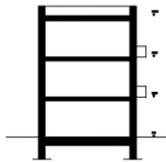
Sezione A-A'



Prospetto EST

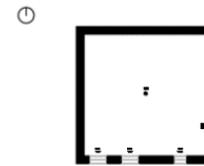


Sezione A-A'

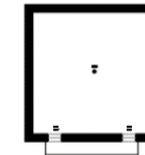


Torre Intermedia (T1) esposizione a Sud - Molfetta

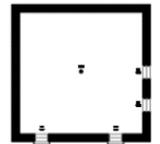
Pianta P0



Pianta P1

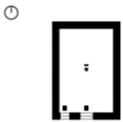


Pianta P2

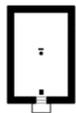


Linea con esposizione Nord-Ovest (L1) Sud-Est (L2) - Bari

Pianta P0



Pianta P1



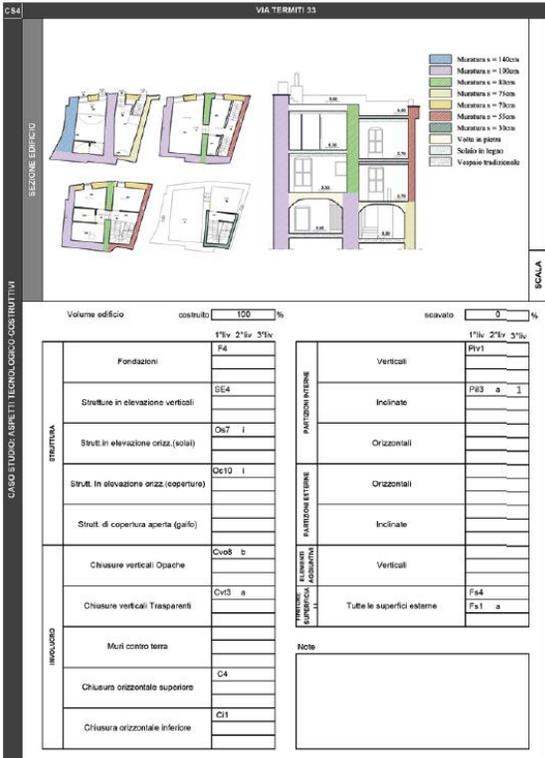
Pianta P2



Monocellulare con esposizione Est (M1) - Bari

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta



CASO STUDIO ASPETTI TECNOLOGICI COSTRUTTIVI

VIA TERMITI 33

DESCRIZIONE	Spessore (m)	Cond. term. (W/mK)	Massa superficiale (kg/m²)	Capacità termica (kJ/m²K)	Resistenza termica (m²K/W)
1 Intonaco	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
2 Manto di isol. a grana (EPS-100mm)	0.10	0.035	1000	0.000	2.857
3 Pila di calce e mattoni (10cm)	0.10	0.8	2000	0.002	1.250
4 Intonaco esterno (10cm)	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
5 Pila di calce e mattoni (10cm)	0.10	0.8	2000	0.002	1.250
6 Intonaco interno (10cm)	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
TOTALE					5.685
Transmissività termica (W/m²K)	0.175		NOTIFIA		0.175
Verifica UNI 11300	12		Verifica UNI 11300		12
Massa superficiale (kg/m²)	1000		Massa superficiale (kg/m²)		1000
Fattore di decoramento (C)	1		Fattore di decoramento (C)		1
Stasamento (h)	100		Stasamento (h)		100
Transmissività termica periodica (W/m²K)	0.175		Transmissività termica periodica (W/m²K)		0.175

CASO STUDIO ASPETTI TECNOLOGICI COSTRUTTIVI

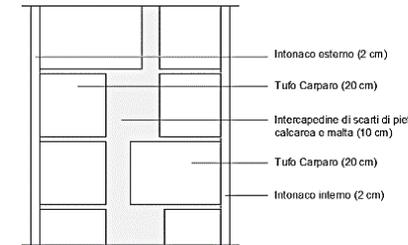
VIA TERMITI 33

DESCRIZIONE	Spessore (m)	Cond. term. (W/mK)	Massa superficiale (kg/m²)	Capacità termica (kJ/m²K)	Resistenza termica (m²K/W)
1 Intonaco	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
2 Manto impermeabile (pervicimento)	0.02	0.05	1000	0.000	20.000
3 Manto di cemento (pervicimento)	0.02	0.8	1000	0.000	1.250
4 Manto di calce e mattoni (10cm)	0.10	0.8	2000	0.002	1.250
5 Intonaco esterno (10cm)	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
6 Intonaco interno (10cm)	0.02	0.7	1600	0.002	0.143
TOTALE					23.785
Transmissività termica (W/m²K)	0.042		NOTIFIA		0.042
Verifica UNI 11300	12		Verifica UNI 11300		12
Massa superficiale (kg/m²)	1000		Massa superficiale (kg/m²)		1000
Fattore di decoramento (C)	1		Fattore di decoramento (C)		1
Stasamento (h)	100		Stasamento (h)		100
Transmissività termica periodica (W/m²K)	0.042		Transmissività termica periodica (W/m²K)		0.042



$U = 4.97 \text{ W/m}^2\text{K}$

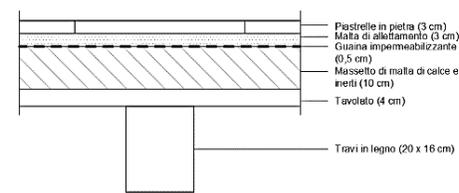
Chiusura verticale opaca



$U = 0.888 \text{ W/m}^2\text{K}$

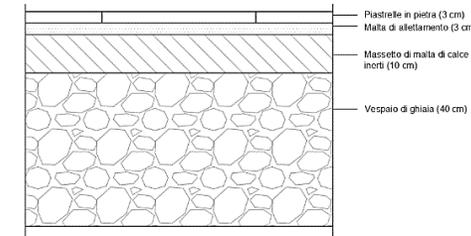
- Intonaco esterno (2 cm)
- Tufo Cariparo (20 cm)
- Intercapedine di scarti di pietra calcarea e malta (10 cm)
- Tufo Cariparo (20 cm)
- Intonaco interno (2 cm)

Chiusura orizzontale di copertura



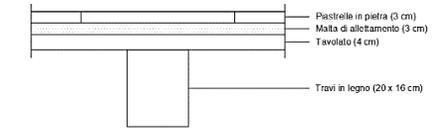
$U = 0.887 \text{ W/m}^2\text{K}$

Chiusura orizzontale inferiore



$U = 3.797 \text{ W/m}^2\text{K}$

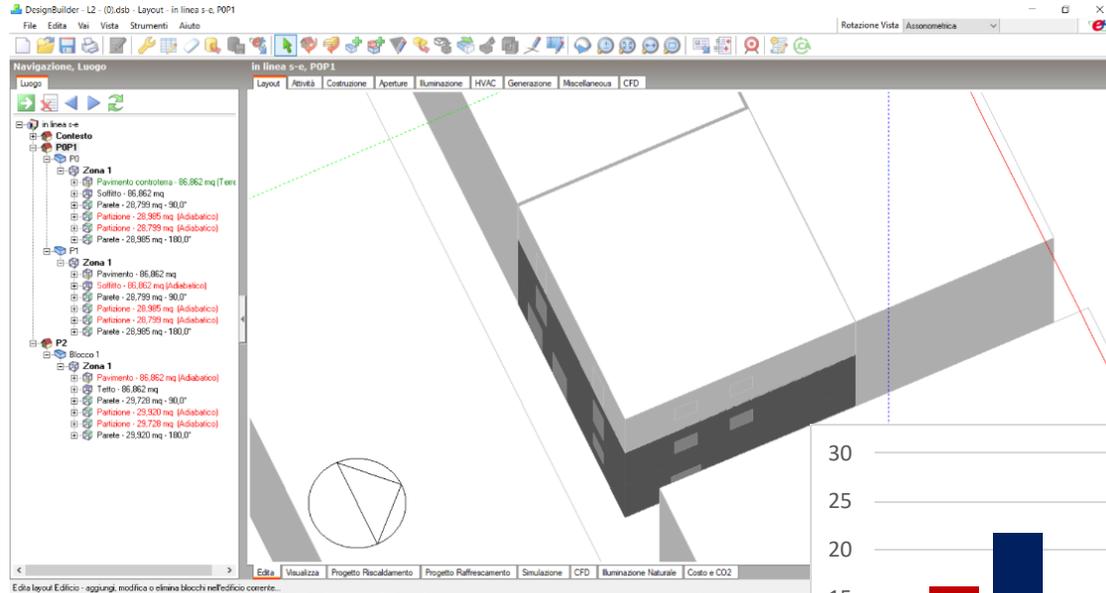
Solaio intermedio



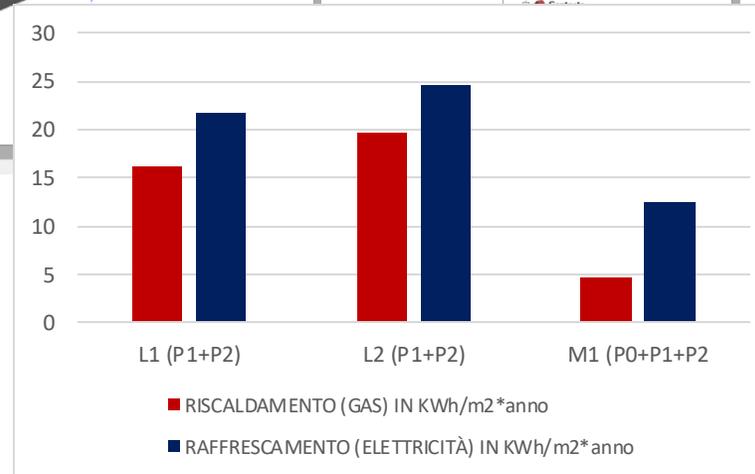
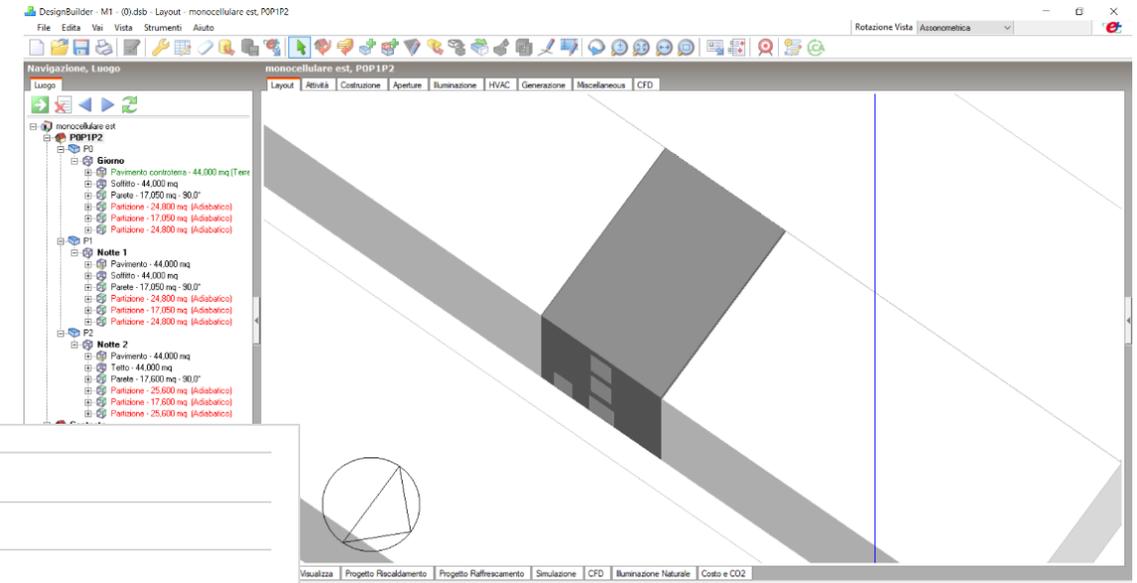
$U = 0.987 \text{ W/m}^2\text{K}$

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Linea con esposizione Nord-Ovest (L1) Sud-Est (L2)

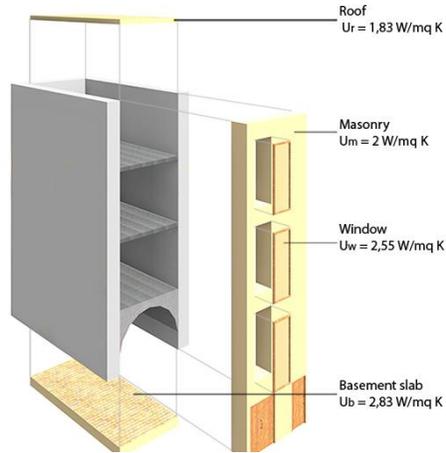


Monocellulare con esposizione Est (M1)

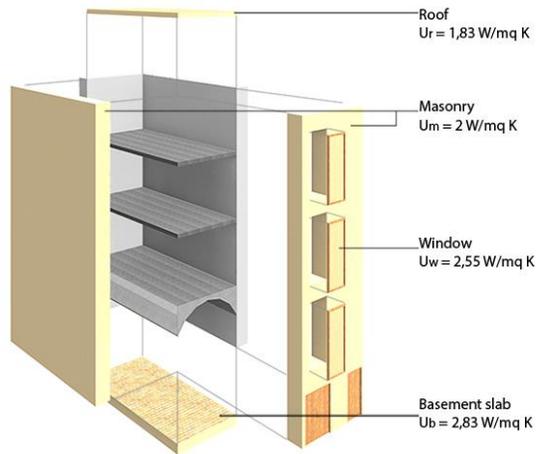


Livelli di benchmark dei tipi ricorrenti per condizioni energetico-espositive di base

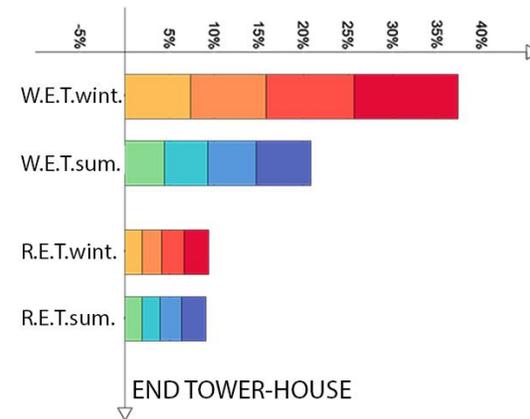
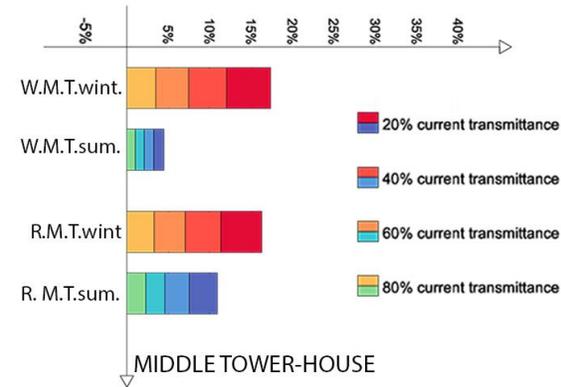
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea



Middle tower-house model



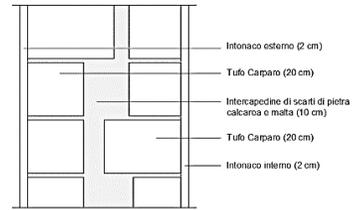
End tower-house model



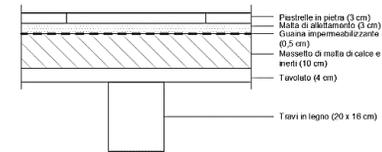
Livelli di benchmark del tipo ricorrente per condizioni energetico-espositive variabili nello spazio

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

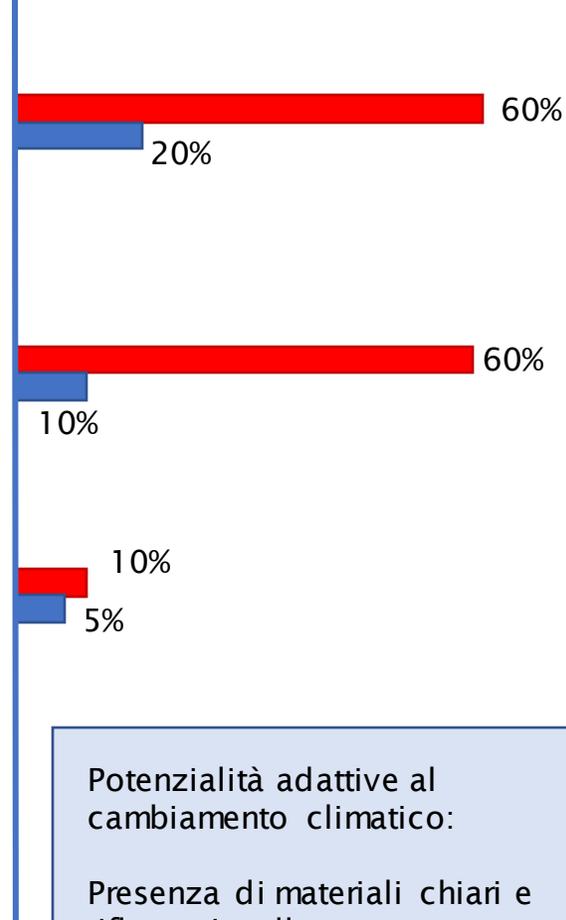
Chiusura verticale opaca



Chiusura orizzontale di copertura

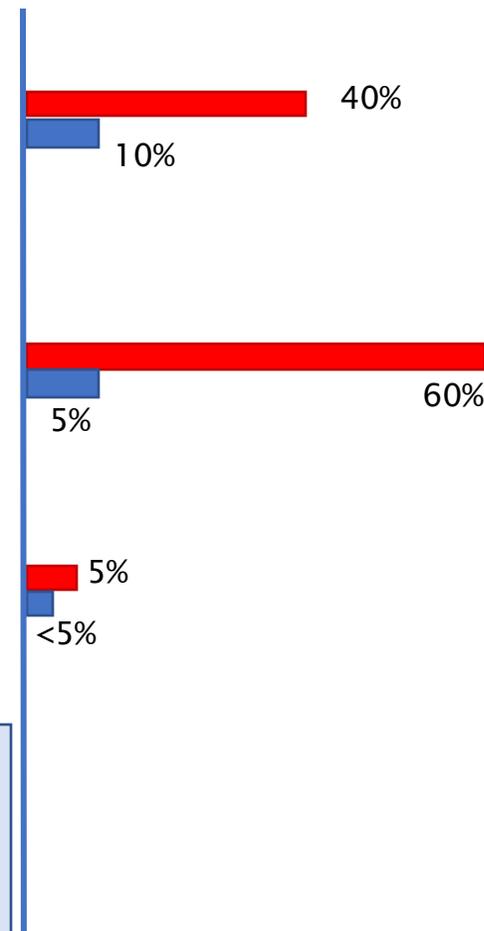


Riduzione consumi medi di L1 L2 (Bari)

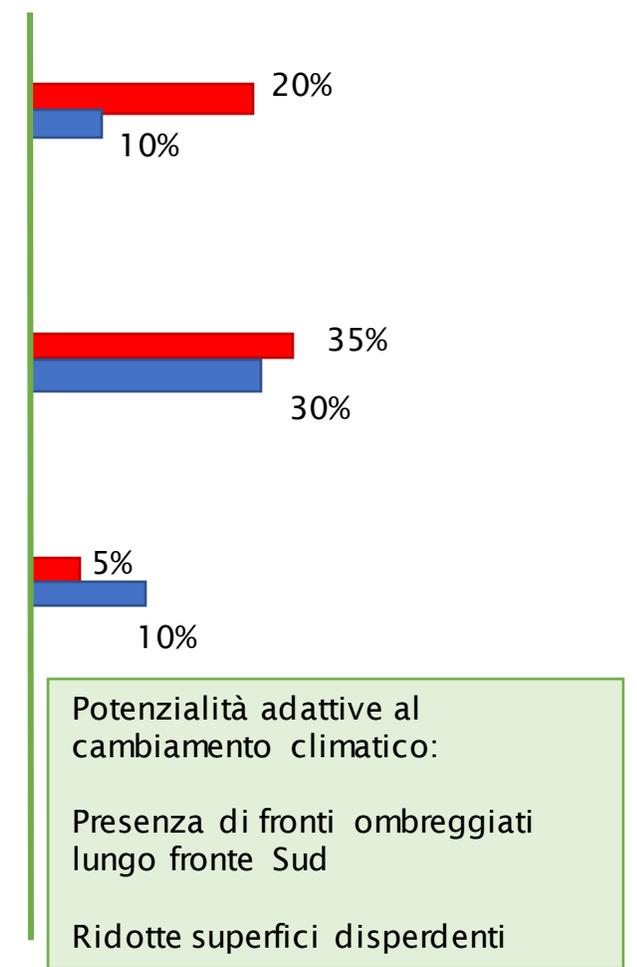


Potenzialità adattive al cambiamento climatico:
 Presenza di materiali chiari e riflettenti sulle coperture
 Presenza di fronti ombreggiati esterni

Riduzione consumi medi di M1 (Bari)



Riduzione consumi medi di T1 - Molfetta



Potenzialità adattive al cambiamento climatico:
 Presenza di fronti ombreggiati lungo fronte Sud
 Ridotte superfici disperdenti

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Grado di trasformabilità dell'esistente

“indicatore della capacità dell'organismo edilizio o di parti di esso di subire modificazioni finalizzate al ripristino e miglioramento delle prestazioni in funzione del soddisfacimento di determinati requisiti”.

La **compatibilità** non si limita a descrivere un'attitudine ma serve ad esprimere un giudizio di valore

- sul rapporto che gli interventi stabiliscono con l'esistente (**la qualità di relazione**)
- sulle caratteristiche intrinseche degli stessi interventi (**la qualità propria**)

compatibilità operativa (definisce i requisiti di operabilità della modalità di azione nella fase realizzativa);

compatibilità intrinseca (valuta la qualità propria della modalità di azione e dunque degli elementi di nuova introduzione);

compatibilità di comportamento (esprime la qualità funzionale della modalità di azione ovvero il comportamento dell'intervento rispetto al preesistente in relazione alle esigenze prestazionali);

compatibilità di durata (definisce l'attitudine della modalità di azione a realizzare interventi che mantengano nel tempo i prestabiliti livelli prestazionali);

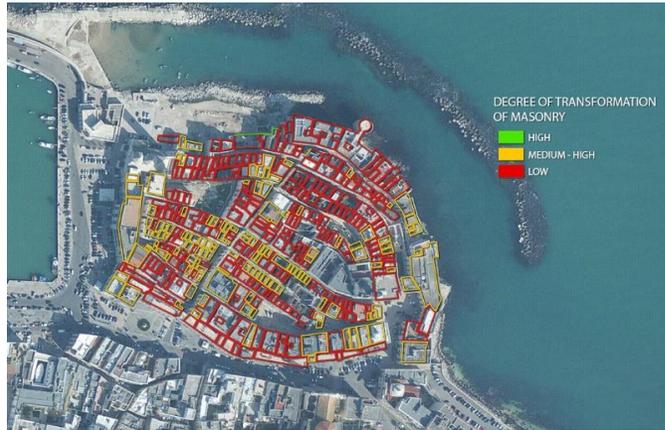
compatibilità di gestione (misura la facilità di gestione dei sistemi realizzati dalla modalità di azione);

compatibilità di salvaguardia dell'ambiente (valuta le condizioni di impatto della modalità di azione sul contesto ambientale esterno).

L'**appropriatezza** rispetto alla compatibilità si presta meglio a definire nel complesso la congruenza di una modalità di azione, in quanto **non contrappone esistente ed intervento di recupero come due fattori autonomi, ma li valuta nel loro reciproco condizionarsi.**

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

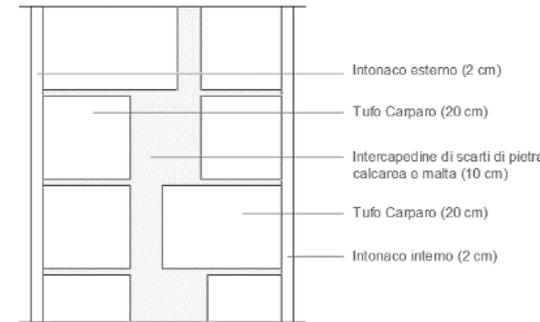
Qualificazione delle strategie di intervento per livelli intrinseci di trasformabilità dei sub-sistemi



❖ Chiusure verticali

- HIGH**
walls severely damaged or collapsed
➤ *intervention = reconstruction*
- MEDIUM - HIGH**
plastered walls
➤ *intervention should concern the replacement of the original finishing with compatible layers*
- LOW**
unplastered walls
➤ *intervention is limited by the conservation requirements.*

Chiusura verticale opaca

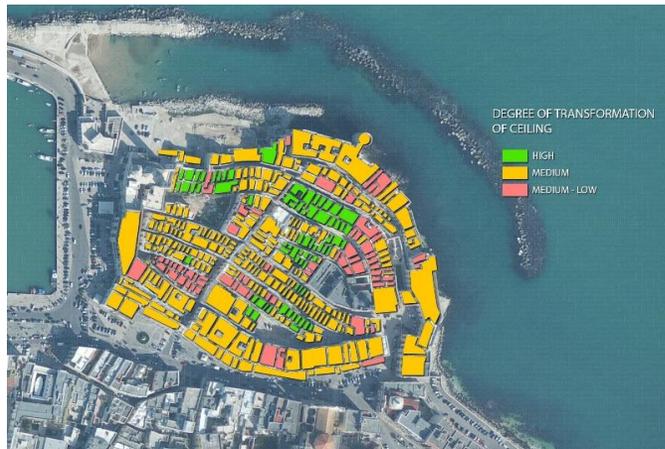


[T.W.M-H] MEDIO-ALTO

Murature intonacate prive di valore formale per le quali la sostituzione è consentita nel rispetto delle colorazioni previste, integrandola con strati compatibili (come nel caso del Wa1);

[T.R.L-M] MEDIO-BASSO

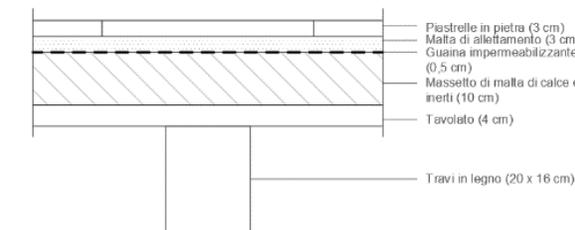
Coperture caratterizzate da vincoli formali interni ed esterni nonché definite per la presenza di pavimentazioni di particolare pregio; per esse l'intervento richiede la conservazione di queste, secondo un processo di rimozione, pulizia e riposizionamento in opera finale; nel dettaglio, ci si riferisce alle pavimentazioni in chiancarelle (Cex.b).



❖ Coperture

- HIGH**
roofs severely damaged or collapsed
➤ *intervention = reconstruction*
- MEDIUM**
roofs covered by waterproofing layer
➤ *construction of a compatible finishing might be required*
- LOW-MEDIUM**
roofs covered by original or valuable roof tiles
➤ *intervention should preserve the formal and material identity of the external finishing*

Chiusura orizzontale di copertura



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

L'appropriatezza – letta nel modo in cui si relazionano l'edificio, con la sua consistenza storica e materica, e le alternative utilizzazioni – **diventa il più importante parametro di valutazione delle trasformazioni dell'esistente.**

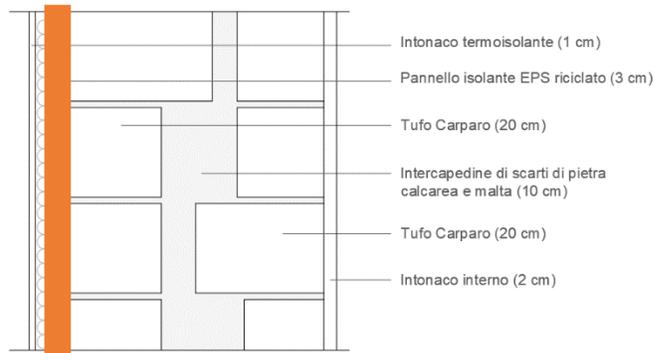
la **configurazione del preesistente** (la “opportunità architettonica” di successive trasformazioni)
 la **nuova destinazione d'uso** (la sua “appetività”)
 la **costruzione** (l'aspetto “oggettivo” della sua realtà)
 la **modalità della trasformazione** (la “opportunità storica”)

L'**appropriatezza** di una modalità di azione di recupero dell'esistente risulta dipendere dal soddisfacimento di due condizioni:

- il **non stravolgimento della “logica propria” (formale-spaziale-materica) del preesistente**
- la **continuità con la “logica modale” (cioè processuale) che esso rispecchia**

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Qualificazione delle soluzioni di intervento (linee guida)



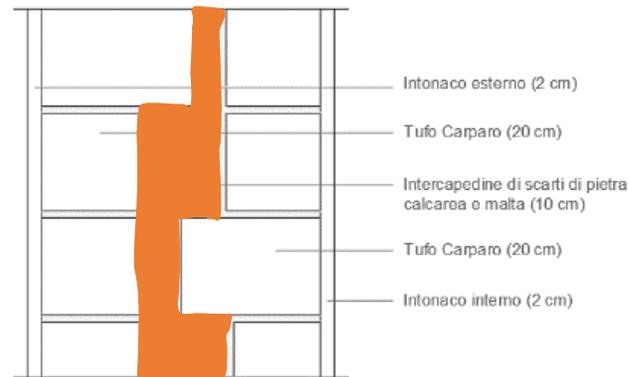
[I.Wa.1] l'inserimento di materassini isolanti altamente performanti lungo il fronte esterno al fine di contenere gli spessori finali (aerogel, VIP), associando l'uso di intonaci termoisolanti; per spessori compatibili con l'obiettivo termico, i pannelli costituiti da materiali naturali e/o riciclabili sono consentiti



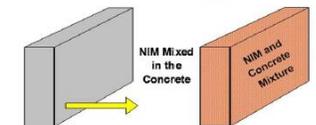
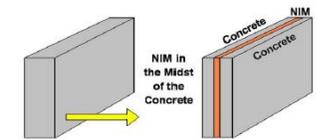
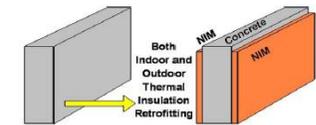
Materiali naturali



Materiali innovativi (aerogel)



[I.Wa.2] l'introduzione di miscele isolanti nella cavità compresa tra i due paramenti murari (sacco) - calci idrauliche con nanoparticelle - per le murature facciavista; è preferibile evitare l'inserimento di pannelli di isolamento lungo le superfici interne per preservare l'elevata inerzia termica e di prevenire condensazione interstiziale



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Identificazione delle Unità Minime di Intervento Energetico

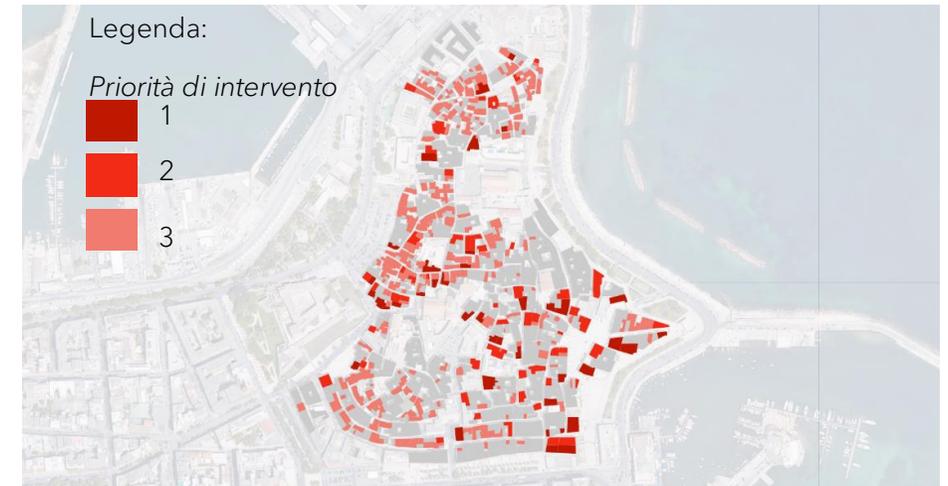


ID GEOCLUSTER: Melfetta (BA), Italia, 0 - 143 m s.l.m. 41° 12' 00" N, 15° 36' 00" E				CLASSIFICAZIONE CLIMATICA: 1202 G.G. / ZONA C (D.P.R. 142/1999)				NORMATIVA ENERGETICA: Decreto Interministeriale 26 Giugno 2015			
M.U.E.I. CODE: 7											
COMBINAZIONE DI AZIONI	SUB-SISTEMA	GRADO TRASF.	AZIONE								
	Chiusura Verticale Opaca [Wa1]	T.W.M.H.	[I.Wa.1]	aumento della Trasmittanza termica della chiusura							
	Chiusura di Copertura [C.in - C.ex.c]	T.R.L-M.	[L.C.Th.1]	aumento della trasmittanza termica; aumento dell'inerzia termica							
	Impianti riscaldamento - raffrescamento [S_H1 - S_C1]	T.S.H.	[I.S.1]	manutenzione e/o sostituzione degli impianti ad alto rendimento							

ID GEOCLUSTER: Melfetta (BA), Italia, 0 - 143 m s.l.m. 41° 12' 00" N, 15° 36' 00" E				CLASSIFICAZIONE CLIMATICA: 1202 G.G. / ZONA C (D.P.R. 142/1999)				NORMATIVA ENERGETICA: Decreto Interministeriale 26 Giugno 2015			
M.U.E.I. CODE: 7											
CODICE DEL COMPONENTE: Wa1	Stato di conservazione: Buono	Grado di Trasformabilità: T.W.M.L.	Caratteri dominanti: Elevata inerzia termica	SISTEMI COMPATIBILI DI INTERVENTO				MATERIALI E LINEE GUIDA			
				[I.Wa1]	Isolamento termico esterno			Utilizzare pannelli di materiale isolante naturale e riciclabile (es. sughero, lana di vetro, $\lambda=0.04-0.05$ W/mK) nel caso di incremento di spessore del paramento murario entro i 5 cm	Per il fissaggio dei pannelli non è possibile utilizzare tasselli metallici e plastica per preservare l'elemento lapideo. Pinnellaggio è consentito previa verifica della compatibilità fisico-chimica con il paramento. I pannelli saranno rivestiti di intonaco avesti le stesse caratteristiche di quello rimosso (colore, materiale e spessore)	Utilizzare pannelli di materiale isolante ad alte prestazioni (es. Aerogel, $\lambda=0.015$ W/mK) qualora l'intervento di retrofit energetico del componente determini un incremento dello spessore del paramento superiore ai 5 cm con i materiali tradizionali	Per il fissaggio dei pannelli non è possibile utilizzare tasselli metallici e plastica per preservare l'elemento lapideo. Pinnellaggio è consentito previa verifica della compatibilità fisico-chimica con il paramento. I pannelli saranno rivestiti di intonaco avesti le stesse caratteristiche di quello rimosso (colore, materiale e spessore)

Strategie di priorità per unità minime resilienti (Minimum Unity of Energy Resilient Intervention)

- Fattori di resilienza energetica
- Livelli di benchmark energetico dei tipi
- Livelli di trasformabilità dei sub-sistemi di involucro
- Livelli di adattabilità alle condizioni climatiche esterne



Qualificazione dei livelli di priorità per i tipi L1, L2 e M2 per classi ricorrenti di fattori di resilienza

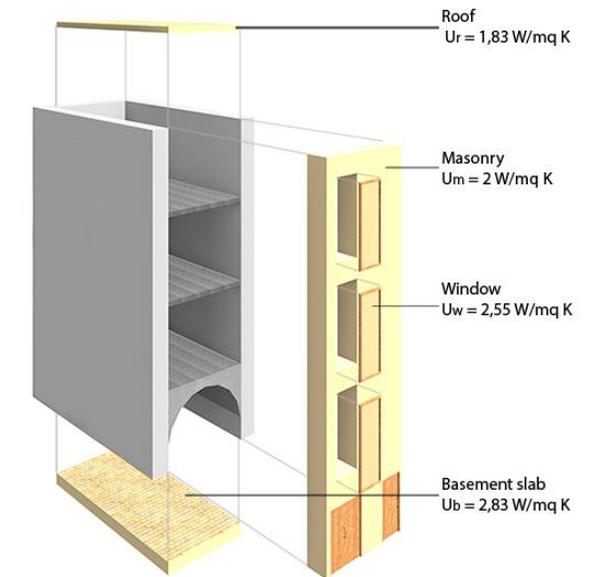
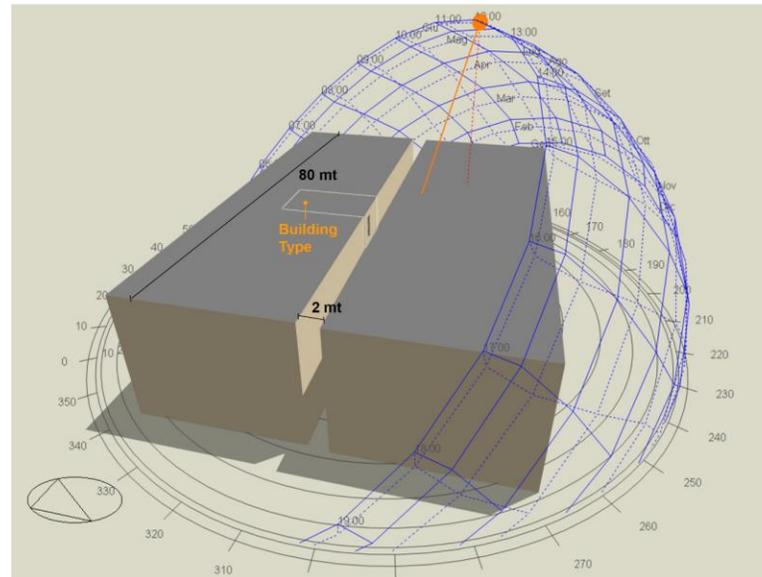
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

Caso di Studio: Centro Storico di Molfetta

❑ SISTEMA EDIFICIO - CANYON TIPO «torre» INTERMEDIA IN ISOLATI LUNGHI E COMPATTI

❑ SCENARI IPCC (dati statistici locali)



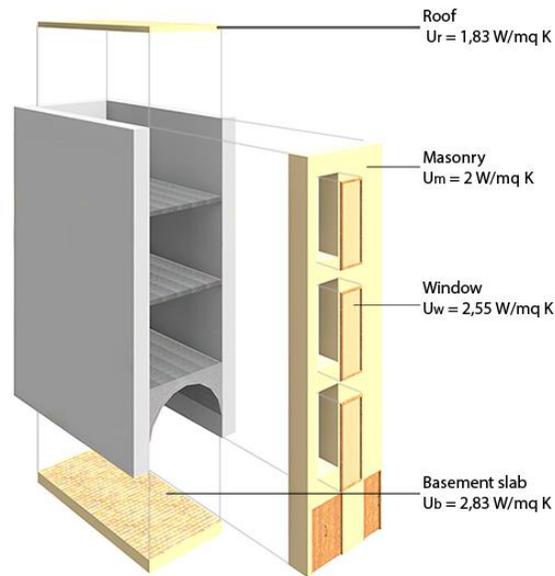
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

Caso di Studio: Centro Storico di Molfetta

❑ SISTEMA EDIFICIO – CANYON TIPO «torre» INTERMEDIA IN ISOLATI LUNGHI E COMPATTI

❑ SCENARI IPCC (dati statistici locali)



Correzione del carattere termico U rispetto alla Normativa vigente

- Efficacia degli interventi su murature per il contenimento dei consumi invernali (Met_Act -24%; -40% in A1B/B1_2030; -50% in A1B/A2_2050)
- Migliore reazione degli interventi su coperture in regime estivo attuale (-28%) che a medio/lungo termine (+19% in A1b_2050 e -8% in B1/A1B_2030)

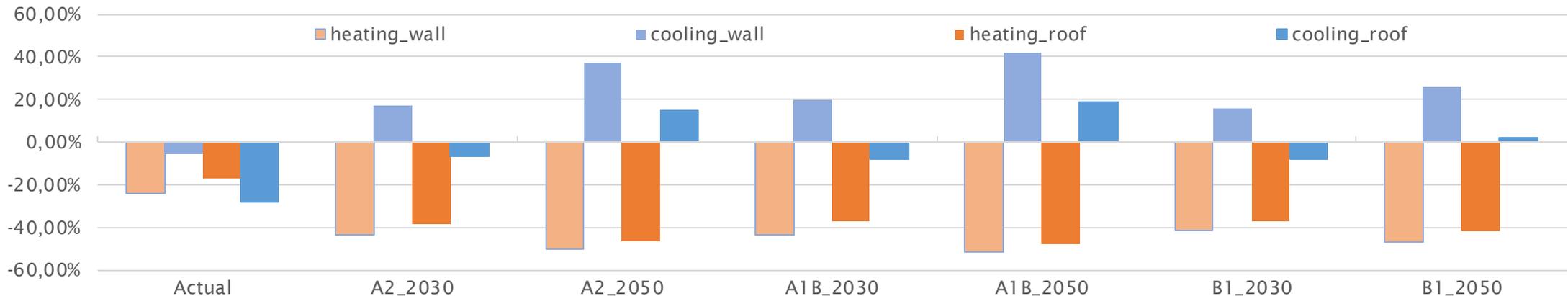
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

Caso di Studio: Centro Storico di Molfetta

Correzione del carattere termico U rispetto alla Normativa vigente

- Efficacia degli interventi su murature per il contenimento dei consumi invernali (Met_Act -24%; -40% in A1B/B1_2030; -50% in A1B/A2_2050)
- Migliore reazione degli interventi su coperture in regime estivo attuale (-28%) che a medio/lungo termine (+19% in A1b_2050 e -8% in B1/A1B_2030)



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

Caso di Studio: Centro Storico di Molfetta

❑ SISTEMA EDIFICIO - CANYON TIPO «torre» INTERMEDIA IN ISOLATI LUNGI E COMPATTI



Adiacenza con edifici non in uso e differente stato manutentivo, affacci su piazze e giardini derivati da crollo di edificato

Combination of building systems	Tower house code	State of use	State of maintenance	Windows and Roof	Exposure front	
					Narrow street	open area
C1	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C _{zero}	C1b
	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present		
C2	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C2a	-
	Bt.a	Un-occupied	Medium	Present		
C3	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C3a	C3b
	Bt.b	Un-occupied	Low	Absent		

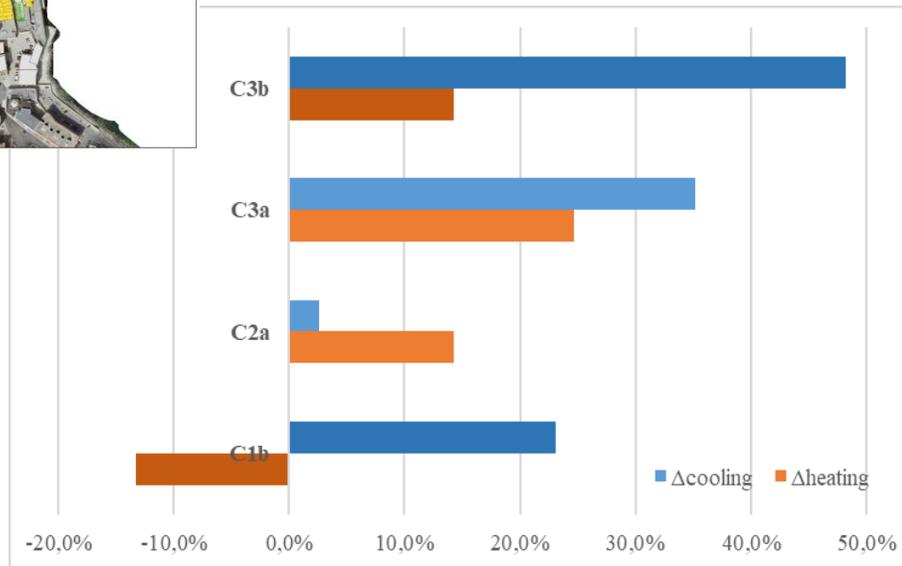
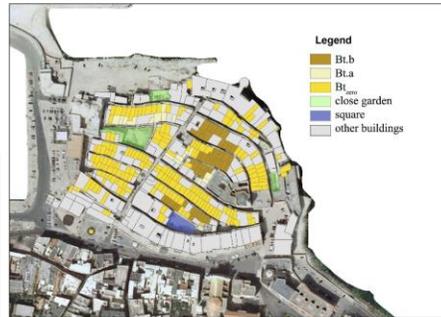
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

Caso di Studio: Centro Storico di Molfetta

☐ SISTEMA EDIFICIO - CANYON TIPO «torre» INTERMEDIA IN ISOLATI LUNGI E COMPATTI

Combination of building systems	Tower house code	State of use	State of maintenance	Windows and Roof	Exposure front	
					Narrow street	open area
C1	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C _{zero}	C1b
	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present		
C2	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C2a	-
	Bt _a	Un-occupied	Medium	Present		
C3	Bt _{zero}	Occupied	Medium	Present	C3a	C3b
	Bt _b	Un-occupied	Low	Absent		

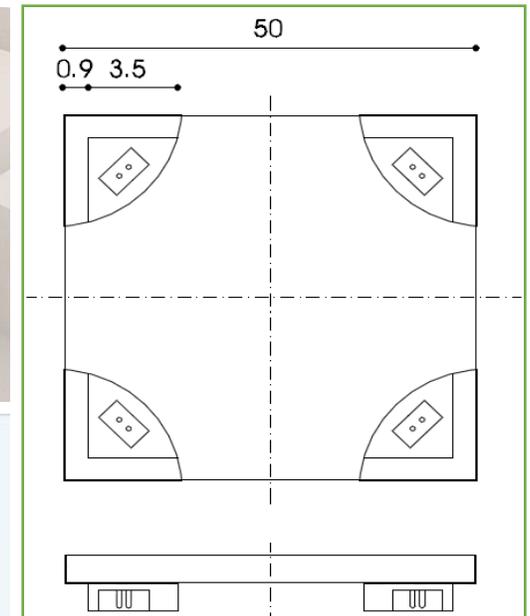
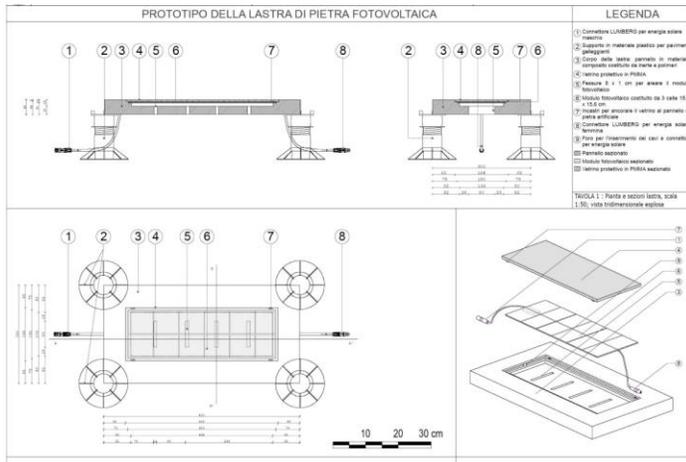


1. L'adiacenza a edifici disabitati ma in buono stato di conservazione (C2a) **+14% energia per il riscaldamento**
2. L'adiacenza a edifici disabitati e in cattivo stato di conservazione (C3a): **+25% per riscaldamento** e **+35% per raffrescamento**
3. Perdita di fronti «ombreggianti» per collasso (C1b) **-13% di riscaldamento** (esposizione solare diretta) ma **+23% di raffrescamento**
4. Combinazione di adiacenza ad edifici non in uso, in cattivo stato manutentivo e prospicienti a fronti larghi post-crollo (C3b) **+48% raffrescamento**

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

❑ L'integrazione di FER per la produzione di energia rinnovabile micro-impattante

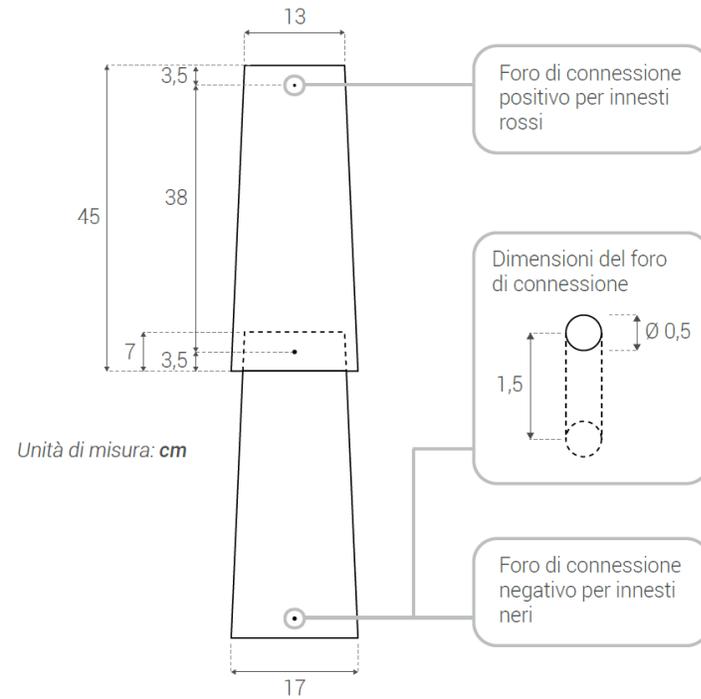


LSC concentratori solari luminescenti

Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

❑ L'integrazione di FER per la produzione di energia rinnovabile micro-impattante



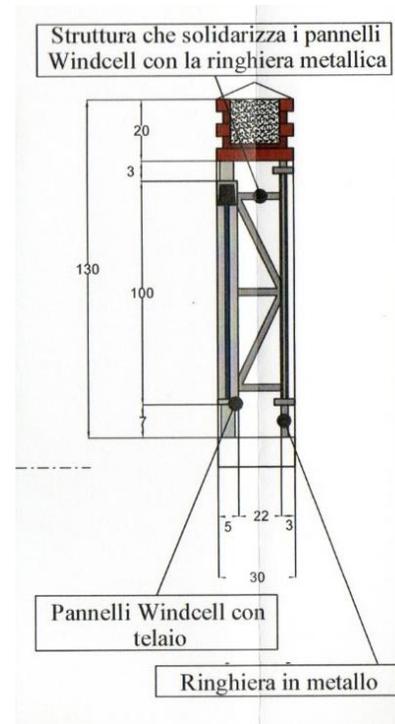
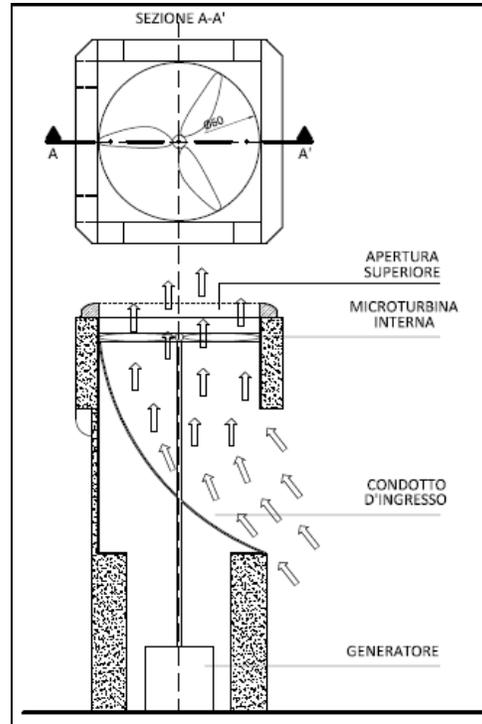
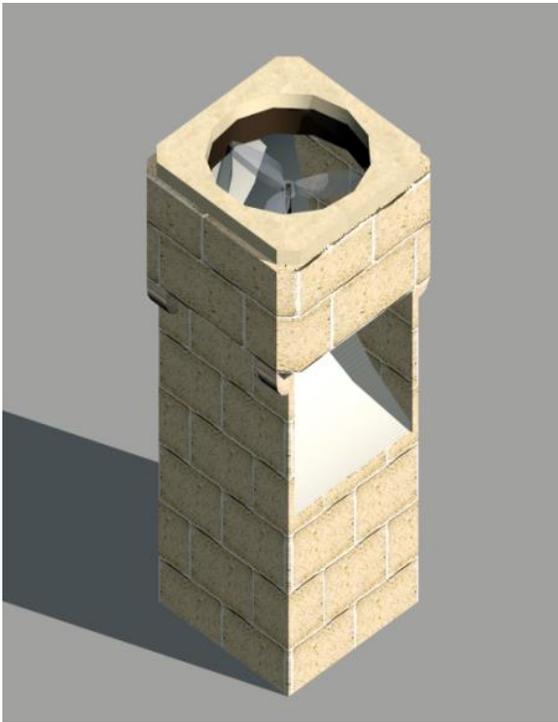
**COPPO FOTOVOLTAICO
INVISIBLE SOLAR**



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Valutazione degli effetti del cambiamento climatico sui consumi energetici del patrimonio storico

- ❑ L'integrazione di FER per la produzione di energia rinnovabile micro-impattante

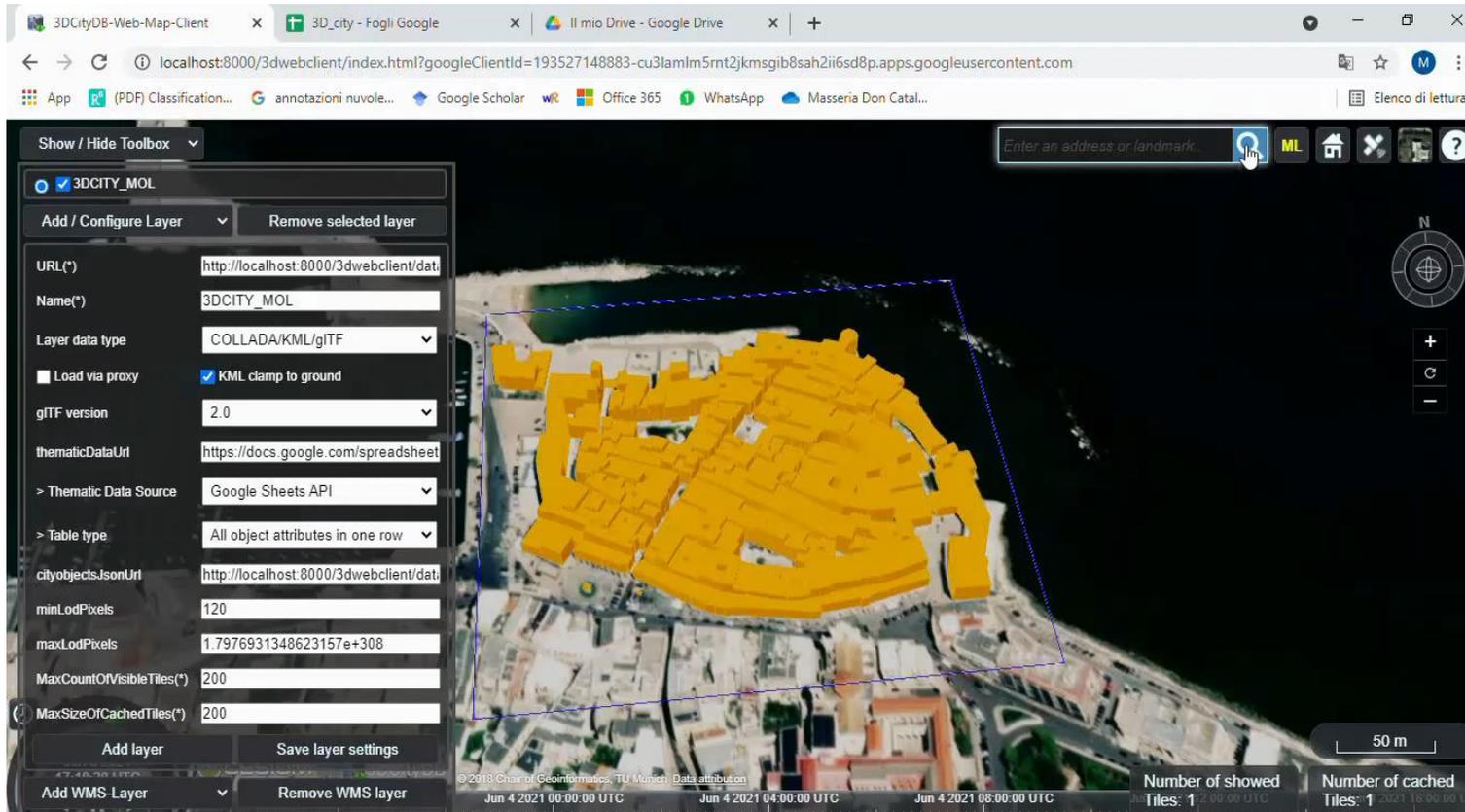


comignolo microeolico



Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

Tecnologie a servizio della gestione energetico-resiliente del patrimonio storico



La realizzazione di una piattaforma informativa su modelli digitali 3D secondo lo standard CityGML permette di condividere e diffondere informazioni in sistemi web, organizzati in modo da essere:

- aggiornato dall'utente tecnico per l'analisi della vulnerabilità,
- gestito dagli organi di controllo e governo del territorio,
- accessibili da professionisti al servizio delle esigenze degli utenti.

Conclusioni



La selezione di misure di retrofitting per gli edifici storici di soluzioni tradizionali e innovative dovrebbe essere basata sull'identificazione complessiva di caratteristiche architettoniche, costruttive e tecnologiche, quindi, relazionate ai principali livelli di trasformabilità intrinseca determinati anche dai livelli di conservazione



La definizione del comportamento attuale dei sistemi costruttivi e la definizione dei confini di trasformazione della configurazione originale sono di primaria importanza per affrontare soluzioni efficaci e compatibili; tuttavia, esse devono essere nonché valutate oltre il mero raggiungimento dei requisiti prestazionali normativi verso approcci di priorità di intervento, in accordo con le teorie del rischio e della resilienza al cambiamento climatico



La validazione delle soluzioni deve essere supportata da un approccio olistico, che comprende la compatibilità architettonica per la conservazione di identità formale e materiale, del risparmio energetico e gli impatti del ciclo di vita dei prodotti e dei processi



L'uso di tecnologie informative avanzate può supportare le attività di gestione conservativa integrata anche in chiave energetica per i contesti storici, purché supportate dalla collaborazione di tutti gli enti coinvolti nel processo e coerentemente con gli obiettivi della preparazione e consapevolezza (*preparedness* and *awareness*) del rischio al cambiamento climatico

Gruppo di Ricerca



**Eng. Silvana
Bruno,
PhD**



**Eng. Elena
Cantatore,
PhD**



**Prof. Eng.
Mariella
De Fino**



**Prof. Eng.
Guido R.
Dell'Osso**



**Prof. Eng.
Fabio
Fatiguso**



**Prof. Eng.
Francesco
Fiorito**



**Eng.
Rosella
Galantucci**



**Prof. Eng.
Francesco
Iannone**



**Eng.
Margherita
Lasorella**



**Eng.
Antonella
Musicco**



Rocco Rubino



**Eng. Albina
Sciotti, PhD**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Prof. Ing. FABIO FATIGUSO
Email: fabio.fatiguso@poliba.it