


BARI SMART CITY CONFERENCE

11 Maggio 2022
Politecnico di Bari

"Riqualficazione energetica di distretti storici in area Mediterranea"

Prof. Ing. Fabio Fatiguso

Evento organizzato da



Powered by Pentastudio

In collaborazione con



Partner





Il Patrimonio Edilizio Esistente

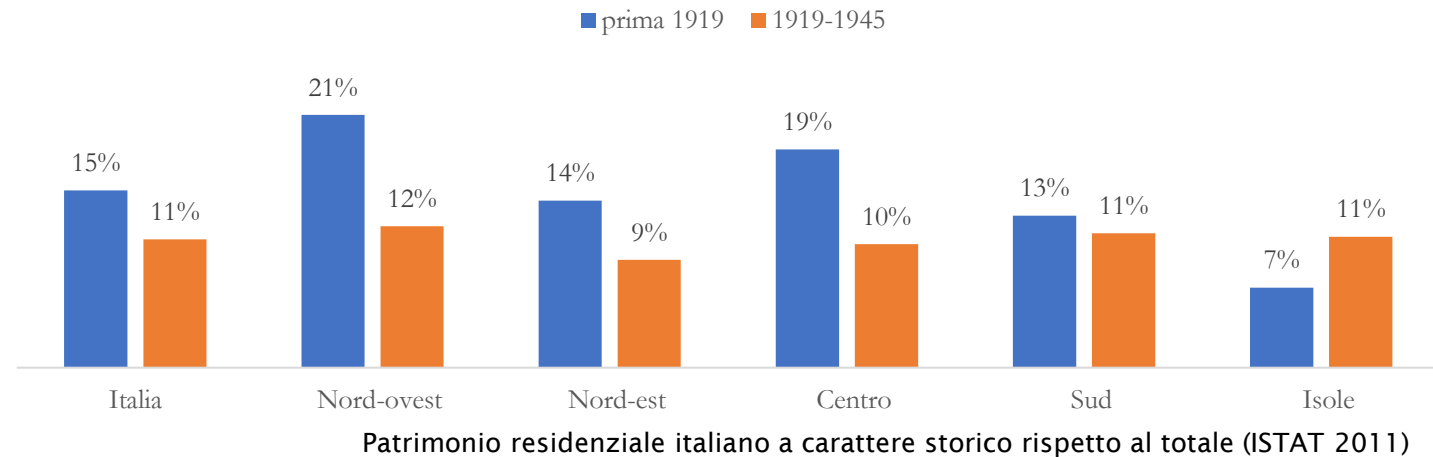
RILEVANZA del patrimonio storico nel quadro nazionale:



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

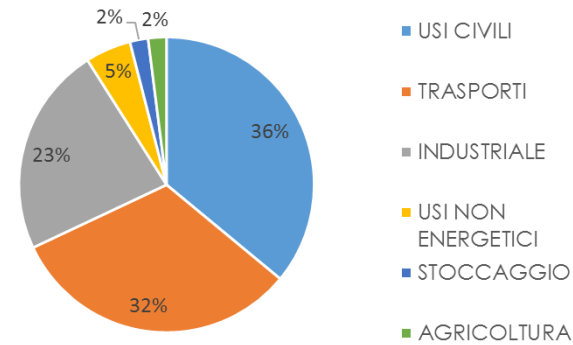


CONSERVAZIONE DEI VALORI IDENTITARI come responsabilità culturale, sociale e morale





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
trasformative



Comfort indoor

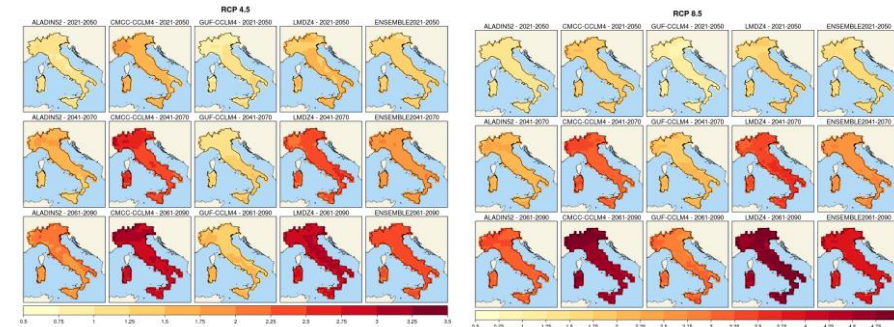


Riduzione dei consumi energetici



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 trasformativa



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



Considerata l'eccezionalità in termini di gestione, programmazione delle trasformazioni di energy retrofit nel quadro normativo

"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)



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



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



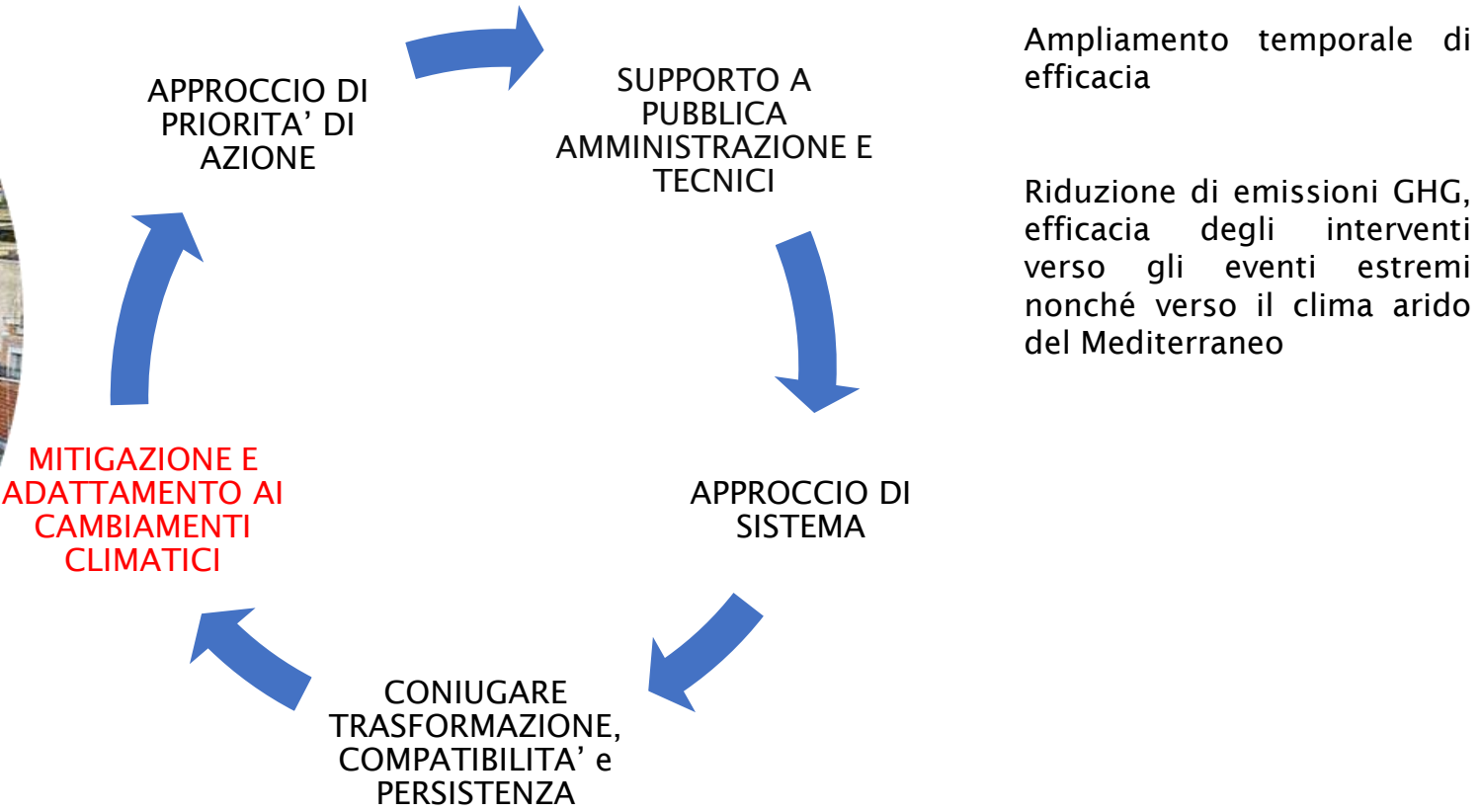
Persistenza del bene attraverso la soluzione della dicotomia tra conservazione e trasformazione

Utilizzo di materiali compatibili anche provenienti da altri mercati (PCM, Aerogels, VIP)

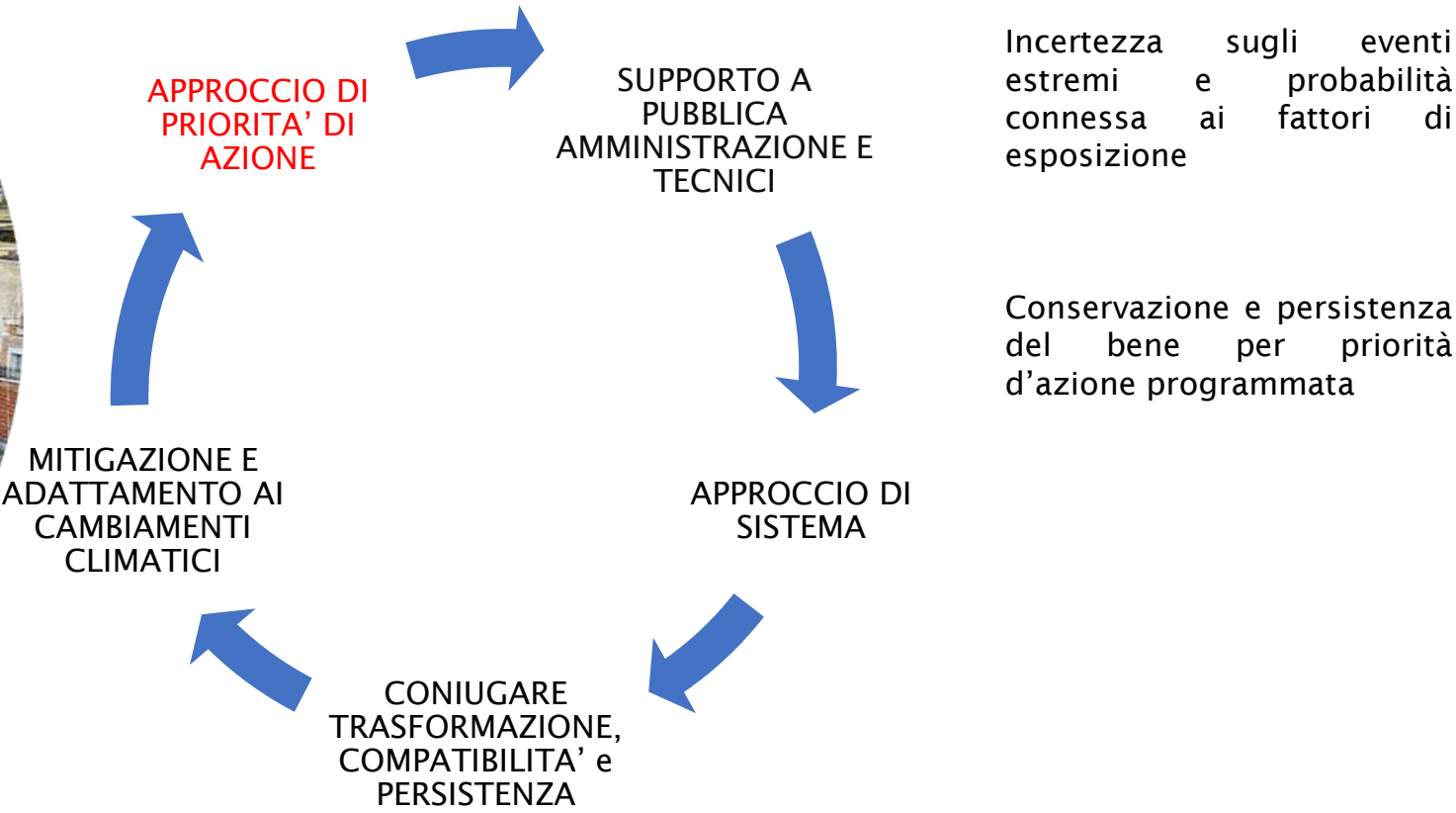
Esperienze pregresse di valutazione di efficacia (3enCult, new4old, Effesus)

In Italia le «Linee guida di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale» che definiscono materiali e principi ma ancora connesse al case-by-case

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



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



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



Mitigazione
Adattamento
Trasformabilità
Livelli di priorità



RESILIENZA ENERGETICA
DEI CONTESTI URBANI
STORICI



“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



Geo-cluster based innovative methodologies for energy retrofitting and performance improvement of the existing building stock

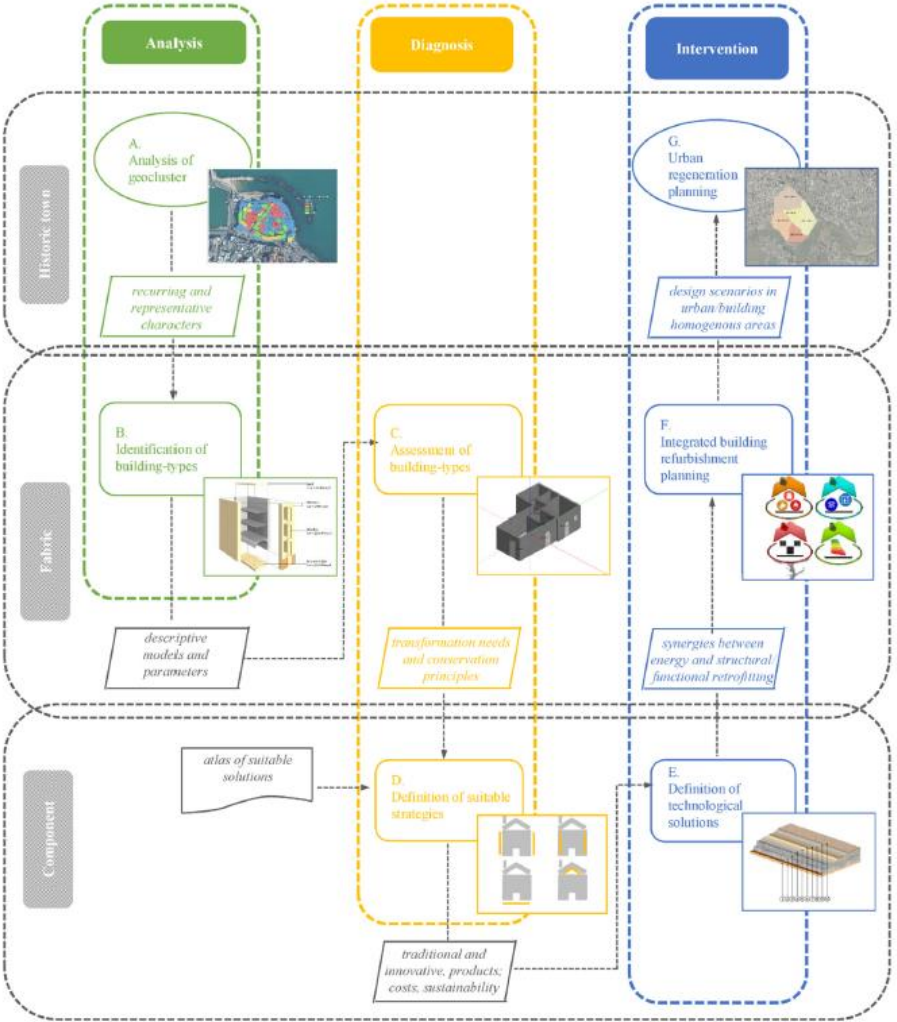


ResCUDE (RESilient Cultural Urban context to Disaster Exposure)



Dottorato di Ricerca in Rischio e Sviluppo Ambientale, Territoriale ed Edilizio

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 cc e analisi pre-crisi dei processi in corso

TEORIA FISICA E SPERIMENTALE DELL'UHI EFFECT A SCALA DI CANYON

- 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»

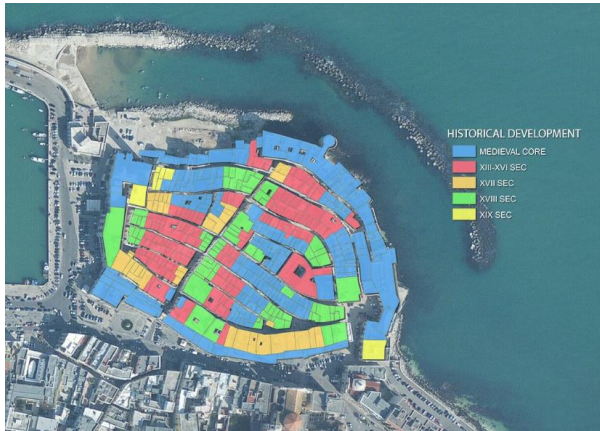
- Nell'ottica della promozione di best practice e divulgazione delle attività promosse dalla Comunità Europea agli attori dei processi

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

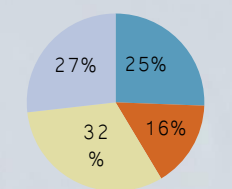
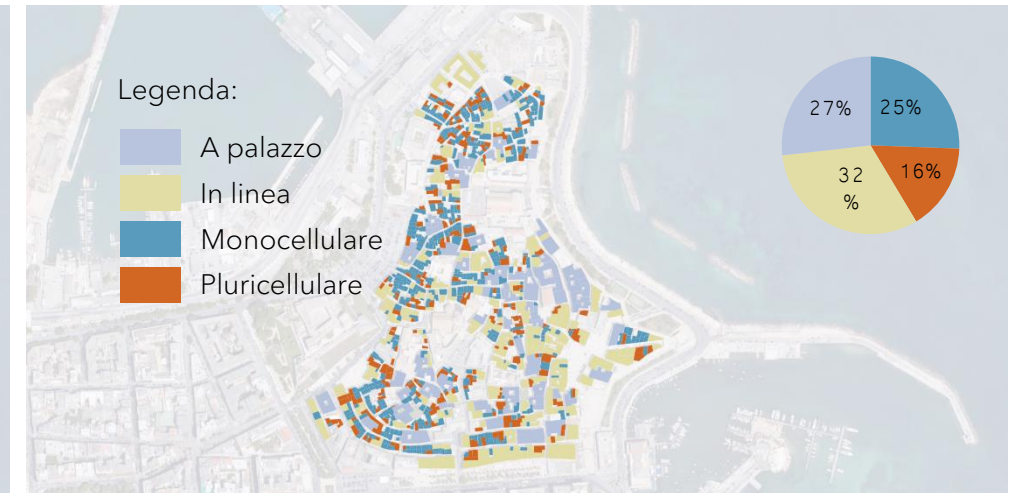
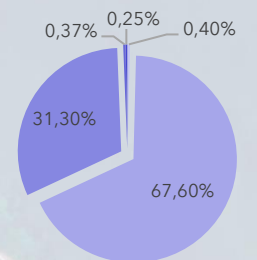
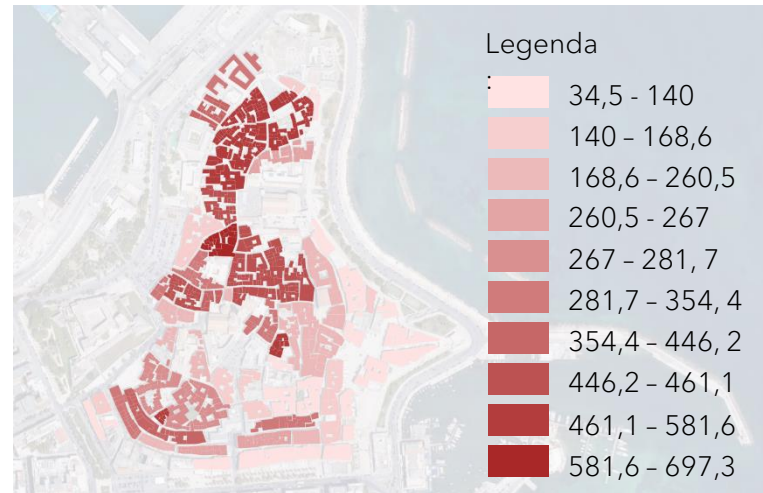
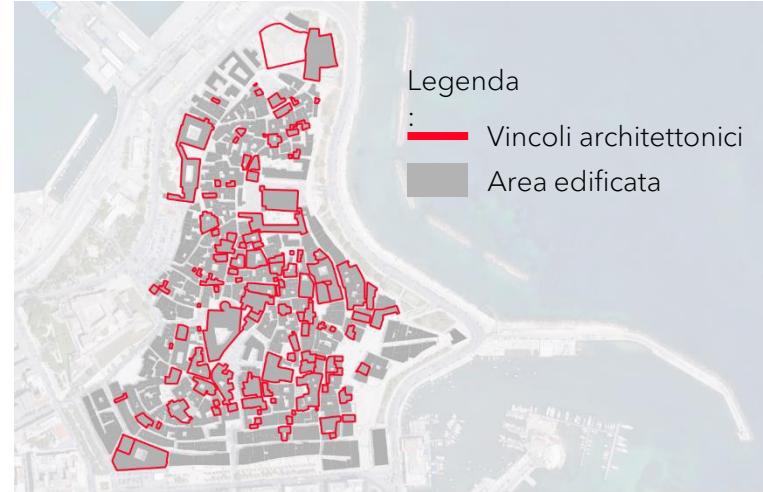
L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta



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

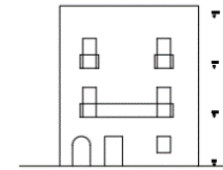


Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

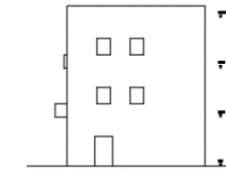
L'uso dei tipi per il benchmark energetico del costruito: i casi di Bari Vecchia e Molfetta



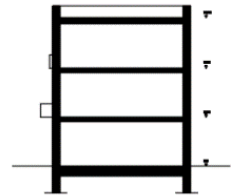
Prospetto SUD



Prospetto EST



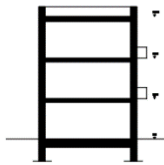
Sezione A-A'



Prospetto EST

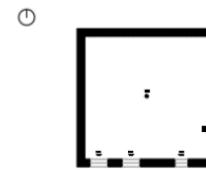


Sezione A-A'

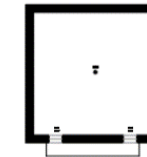


Torre Intermedia (T1) esposizione a Sud - Molfetta

Pianta P0



Pianta P1

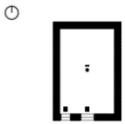


Pianta P2



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

Pianta P0



Pianta P1



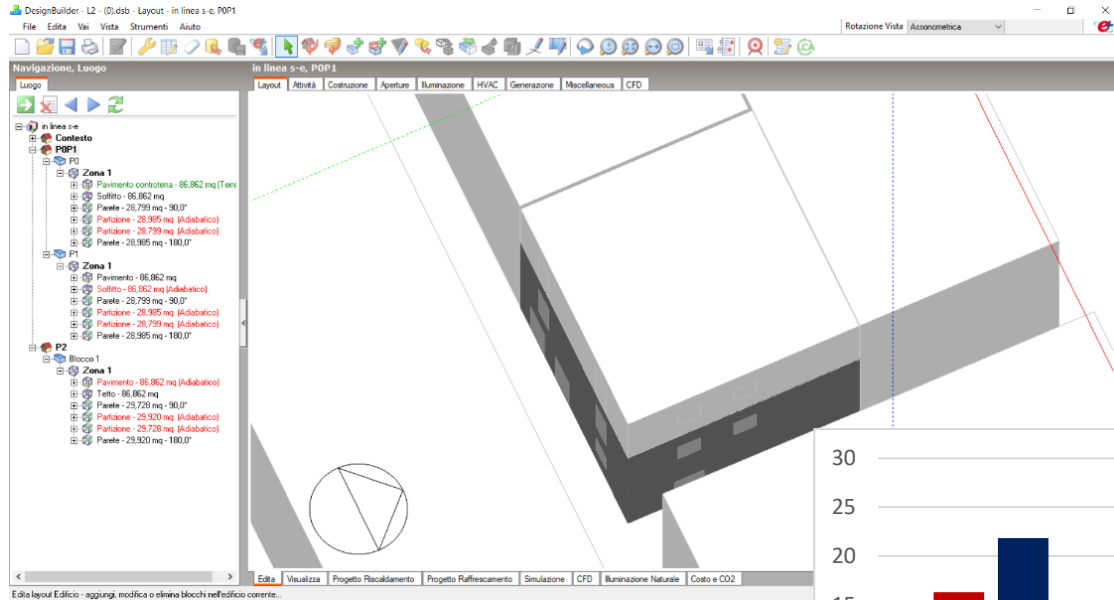
Pianta P2



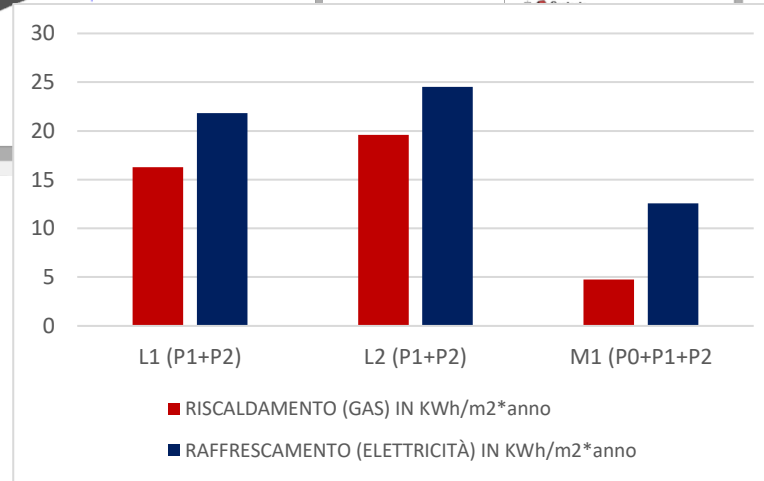
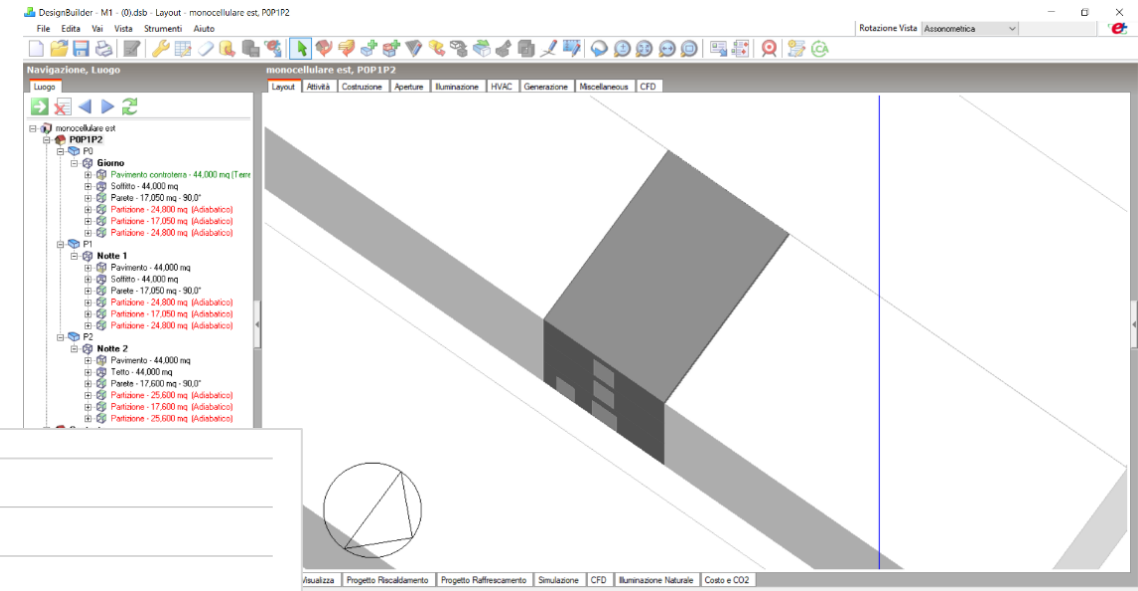
Monocellulare con esposizione Est (M1) - Bari

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

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

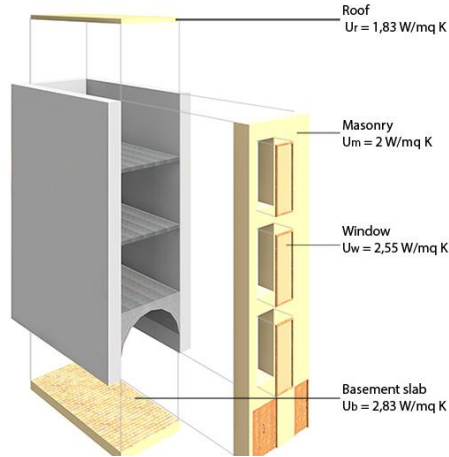


Monocellulare con esposizione Est (M1)

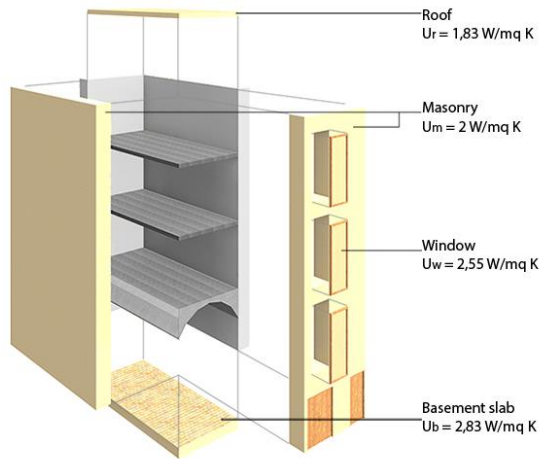


Livelli di benchmark dei tipi ricorrenti per condizioni energetico-espositive di base

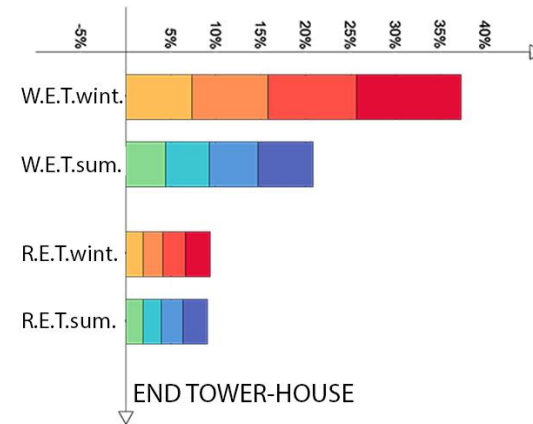
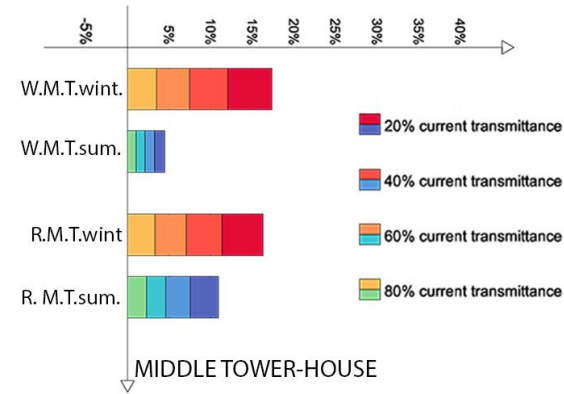
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea



Middle tower-house model



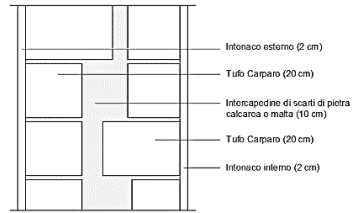
End tower-house model



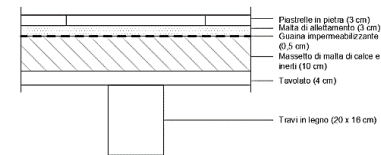
Livelli di benchmark del tipo ricorrente per condizioni energetico-espositive variabili nello spazio

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

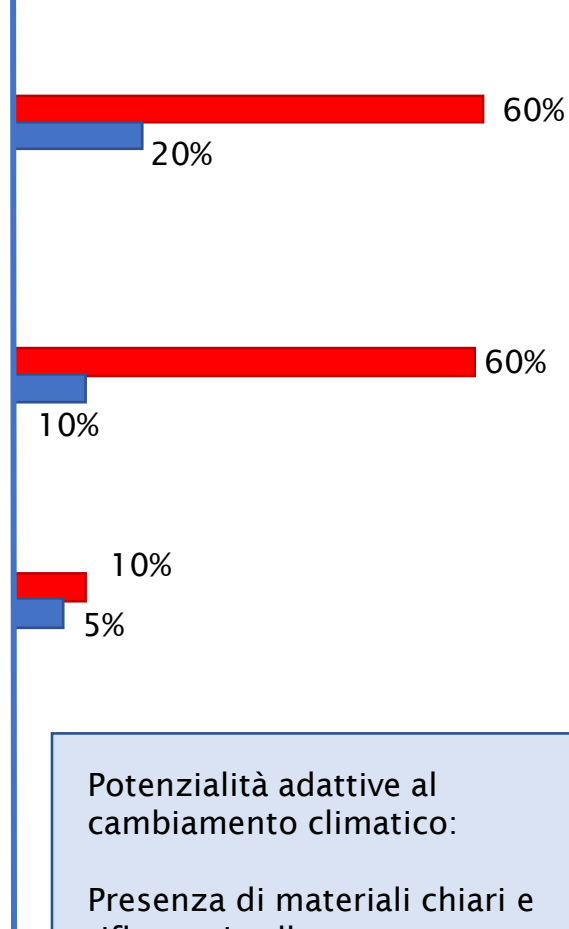
Chiusura verticale opaca



Chiusura orizzontale di copertura

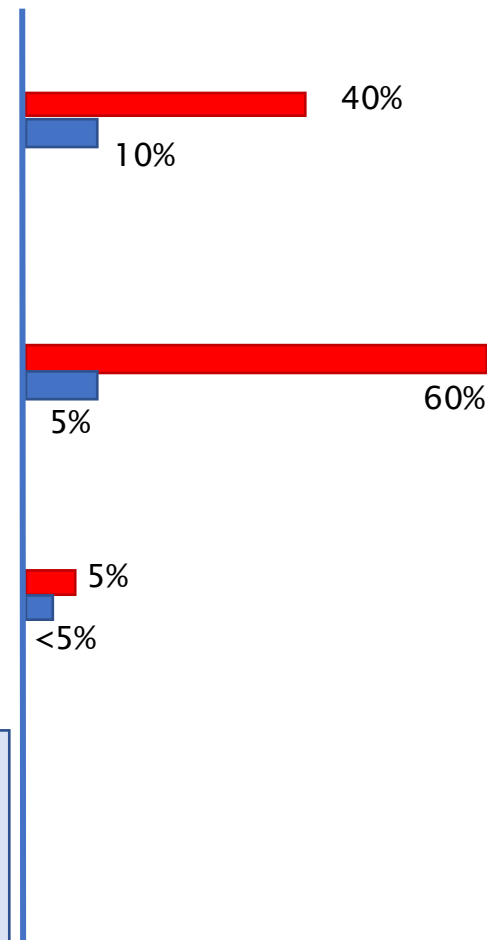


Riduzione consumi medi di L1 L2 (Bari)

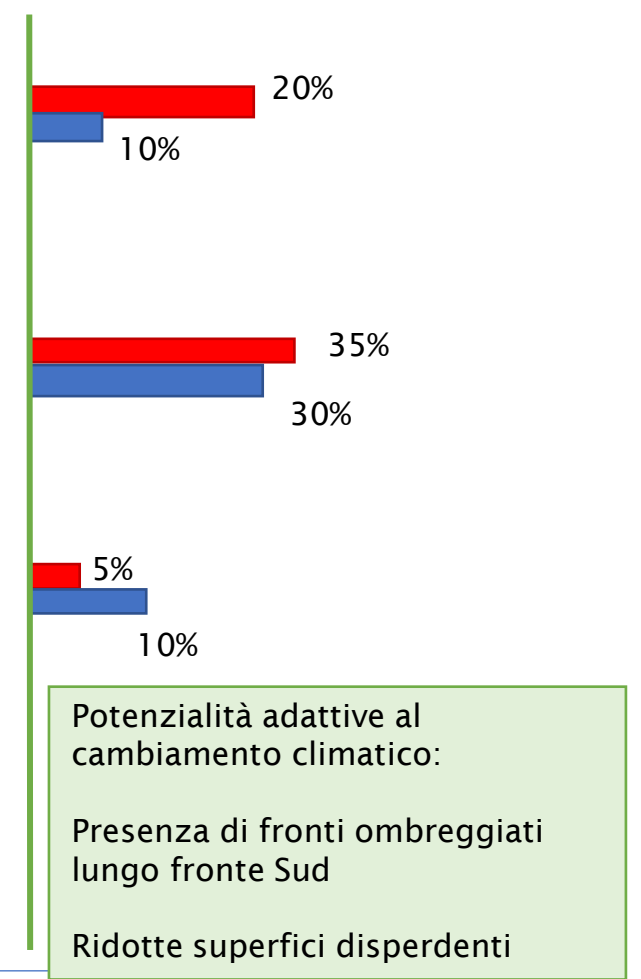


Potenzialità adattive al cambiamento climatico:
 Presenza di materiali chiari e riflettenti sulle coperture
 Presenza di fronti ombreggiati esterni

Riduzione consumi medi di M1 (Bari)



Riduzione consumi medi di T1 - Molfetta

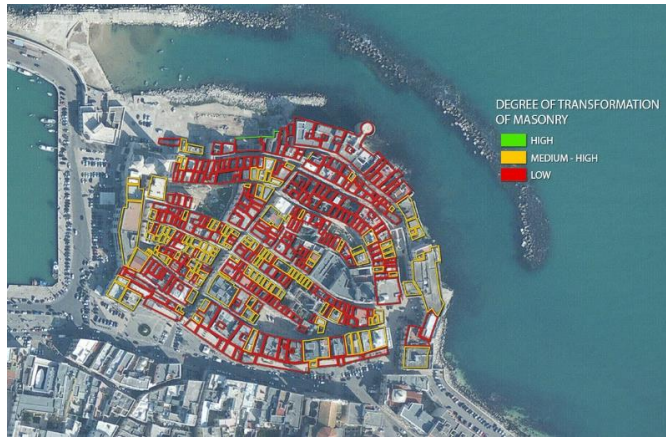


Potenzialità adattive al cambiamento climatico:
 Presenza di fronti ombreggiati lungo fronte Sud
 Ridotte superfici disperdenti

"Riqualificazione energetica di distretti storici in area Mediterranea"

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

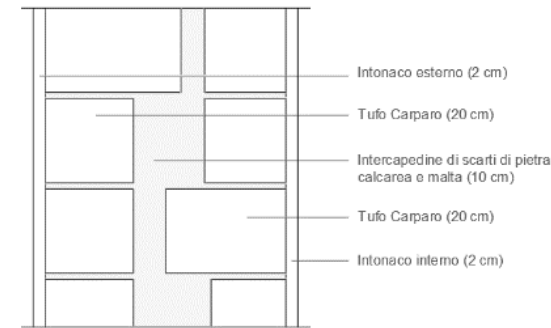
Qualificazione delle strategie di intervento per livelli intrinseci di trasformabilità dei sub-sistemi



❖ Chiusure verticali

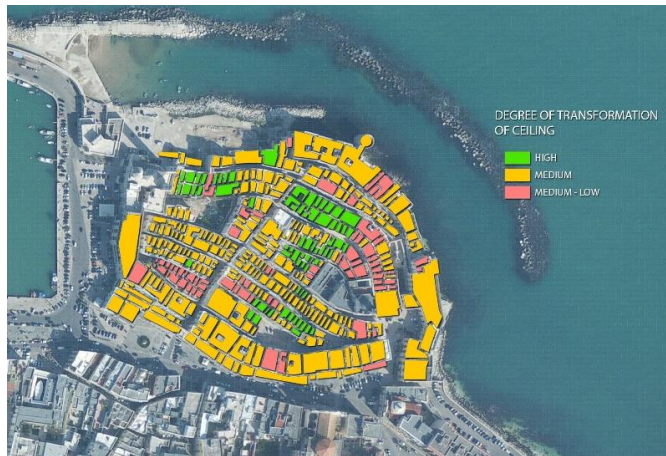
- HIGH**
walls severely damaged or collapsed
➤ *intervention = reconstruction*
- MEDIUM - HIGH**
plastered walls
➤ *intervention should concern the replacement of the original finishing with compatible layers*
- LOW**
unplastered walls
➤ *intervention is limited by the conservation requirements.*

Chiusura verticale opaca



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

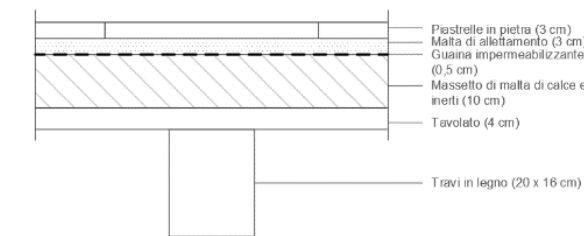
Murature intonacate prive di valore formale per le quali la sostituzione è consentita nel rispetto delle colorazioni previste, integrandola con strati compatibili (come nel caso del Wa1);



❖ 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

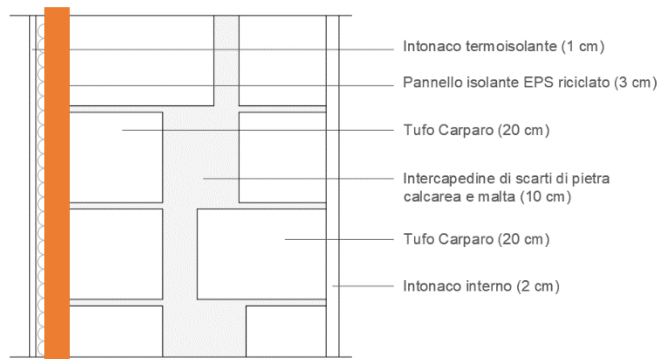


[T.R.L-M] MEDIO-BASSO

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).

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

Qualificazione delle soluzioni di intervento (linee guida)



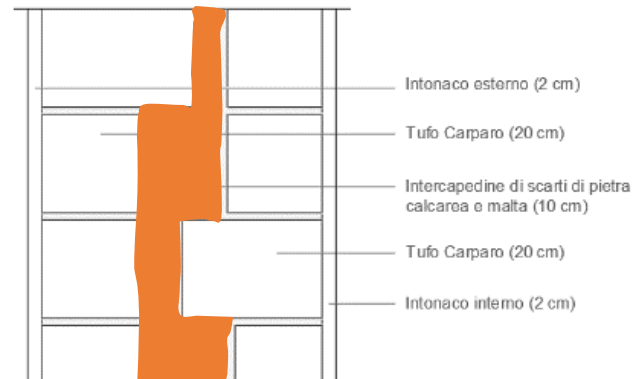
[I.Wa.1] l’inserimento di materassini isolanti altamente performanti lungo il fronte esterno al fine di contenere gli spessori finali (aerogel, VIP), associando l’uso di intonaci termoisolanti; per spessori compatibili con l’obiettivo termico, i pannelli costituiti da materiali naturali e/o riciclabili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



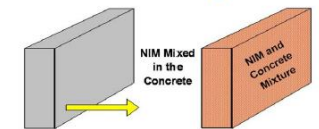
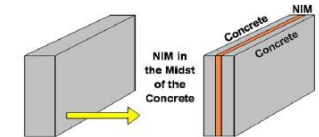
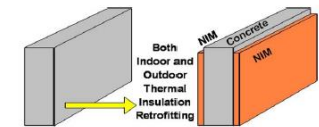
Materiali naturali



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

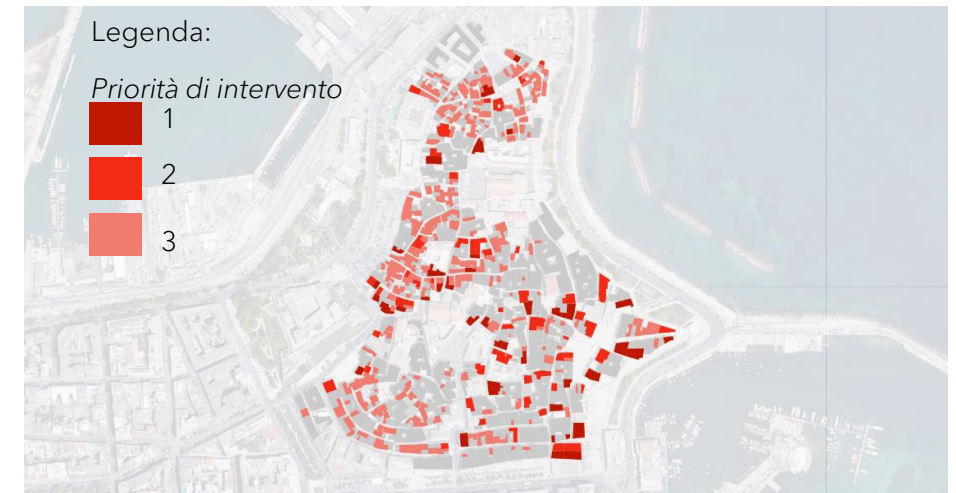


ID GEOCLUSTER: Molfetta (BA), Italia, 0 - 143 m s.l.m. 41° 12' 00" N, 16° 36' 00" E		CLASSIFICAZIONE CLIMATICA: 1202 G.G., ZONA C (D.P.R. 142/1999)		NORMATIVA ENERGETICA: Decreto Interministeriale 26 Giugno 2015	
M.U.E.I. CODE: 7					
COMBINAZIONE DI AZIONI	SUB-SISTEMA	GRADO TRASF.	AZIONE		
	Chiusura 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] [L.C.Ti]	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: Molfetta (BA), Italia, 0 - 143 m s.l.m. 41° 12' 00" N, 16° 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: Wal	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	<p>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 marario entro i 5 cm</p> <p>Per il fissaggio dei pannelli non è possibile utilizzare tasselli metallici i plastica per preservare l'elemento lapideo. l'incollaggio 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)</p> <p>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</p> <p>Per il fissaggio dei pannelli non è possibile utilizzare tasselli metallici i plastica per preservare l'elemento lapideo. l'incollaggio 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)</p>

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

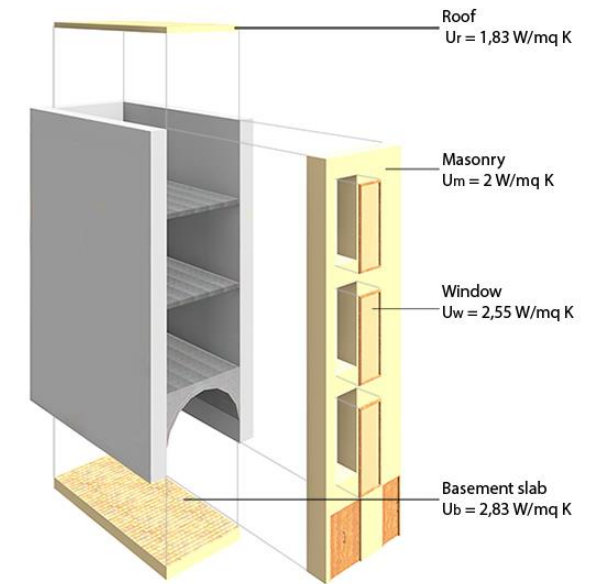
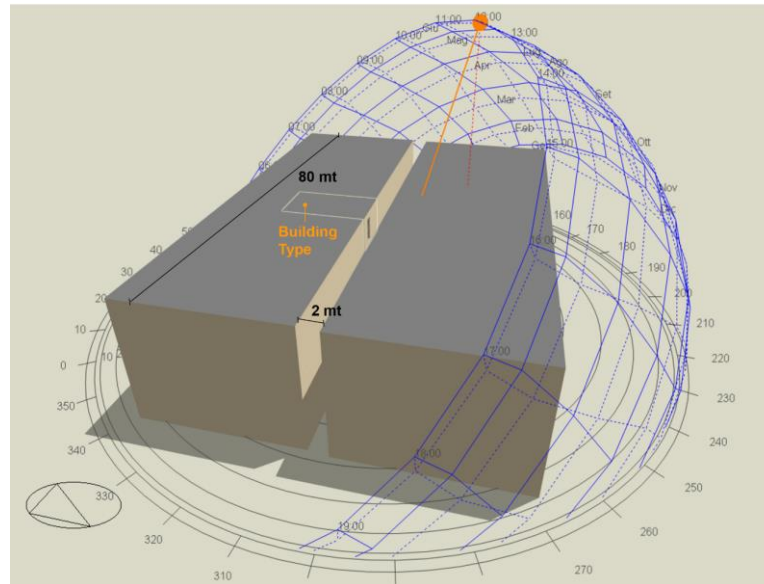
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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)



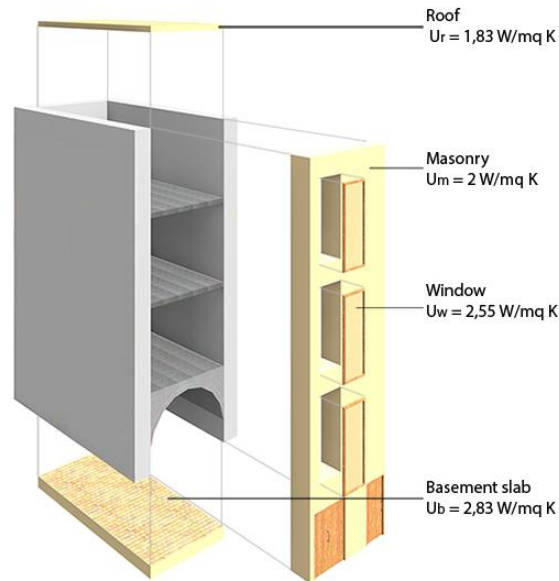
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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)

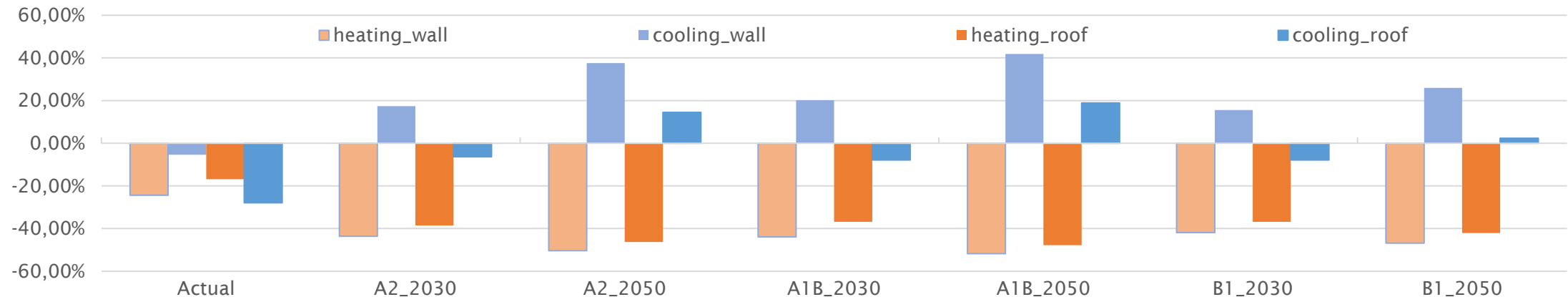
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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)

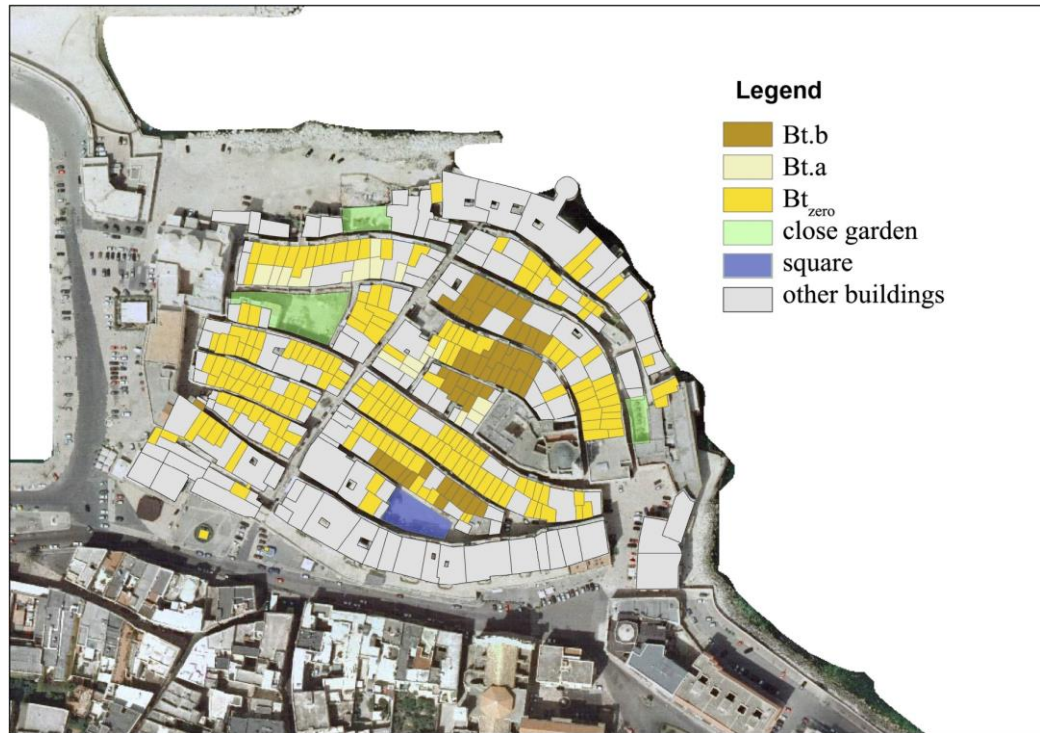


Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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		

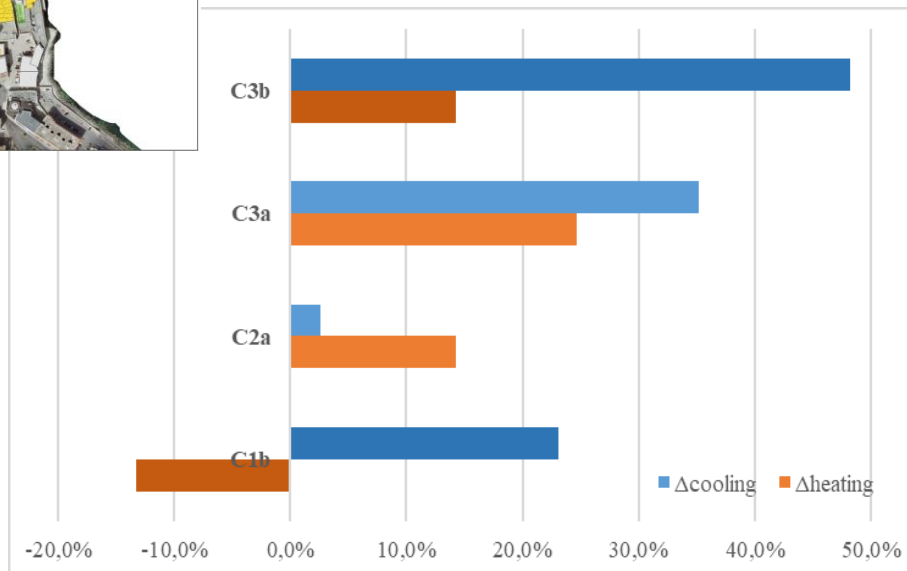
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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		

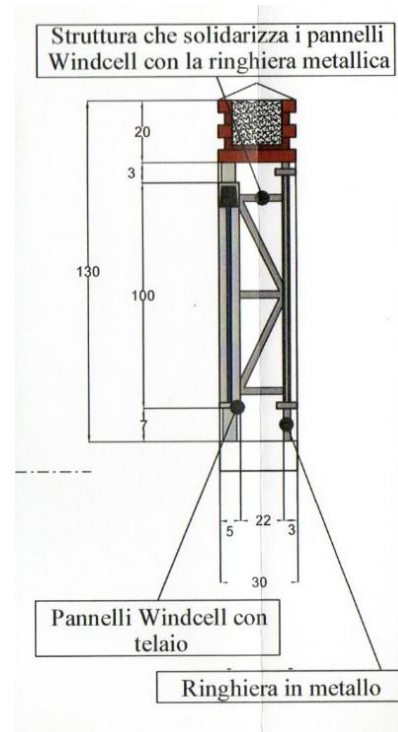
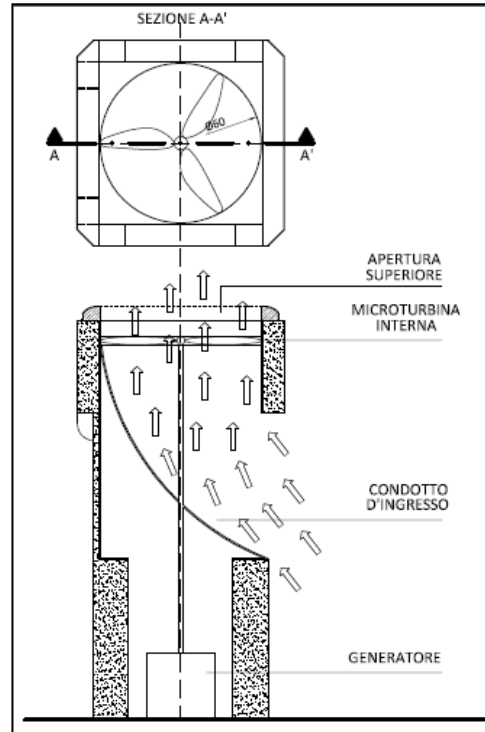


1. L'adiacenza a edifici disabitati ma in buono stato di conservazione (C2a) **+14% energia per il riscaldamento**
2. L'adiacenza a edifici disabitati e in cattivo stato di conservazione (C3a): **+25% per riscaldamento** e **+35% per raffrescamento**
3. Perdita di fronti «ombreggianti» per collasso (C1b) **-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**

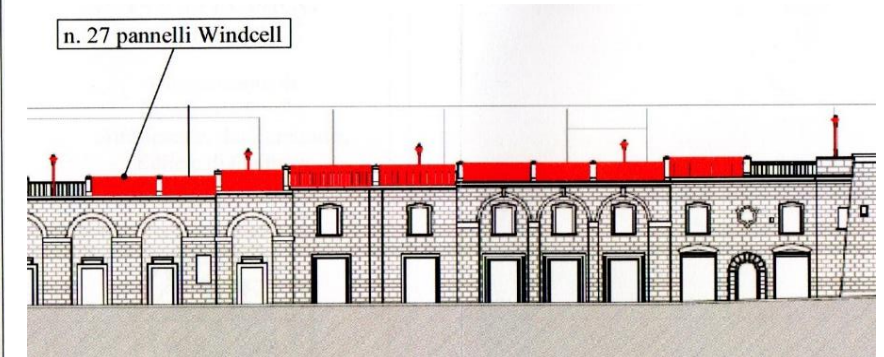
Metodi e strategie di Energy Retrofit di edifici in contesti urbani a carattere storico in area mediterranea

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

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



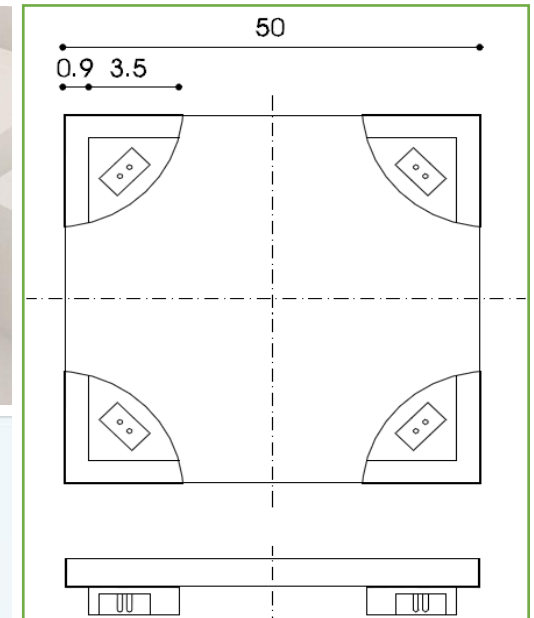
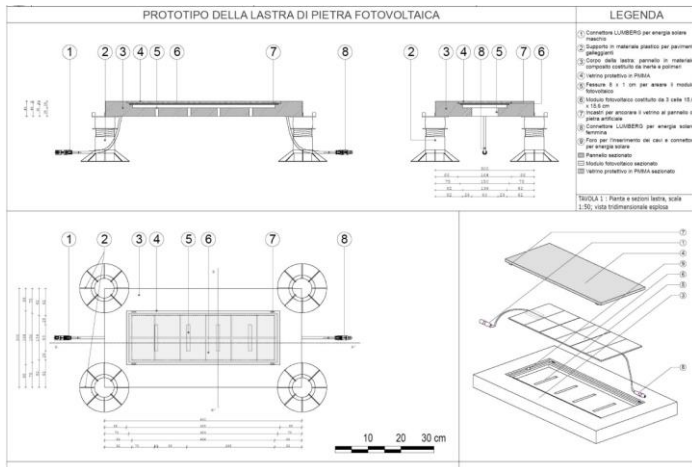
comignolo microeolico



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

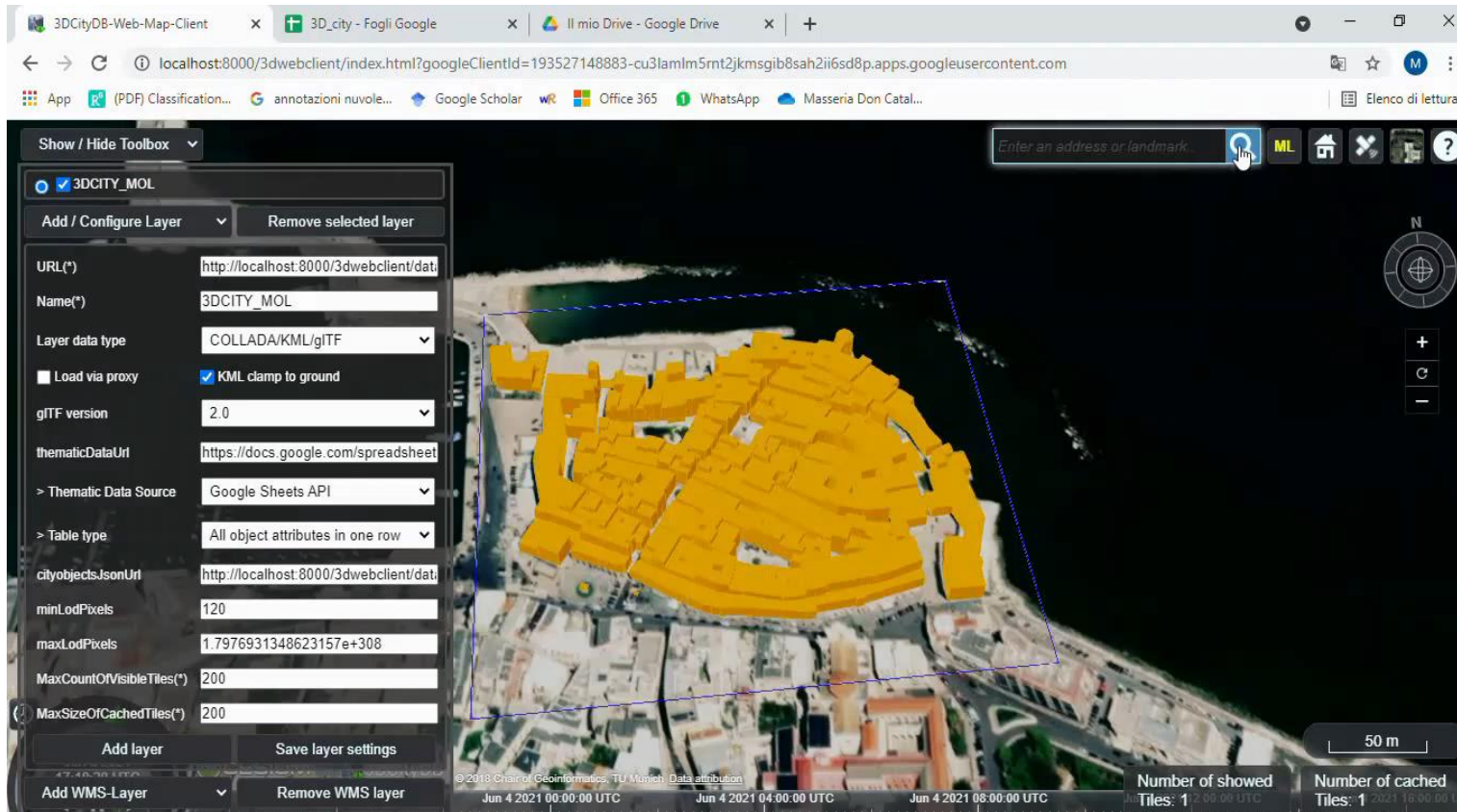
❑ L'integrazione di FER per la produzione di energia rinnovabile micro-impattante



LSC concentratori solari luminescenti

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

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**



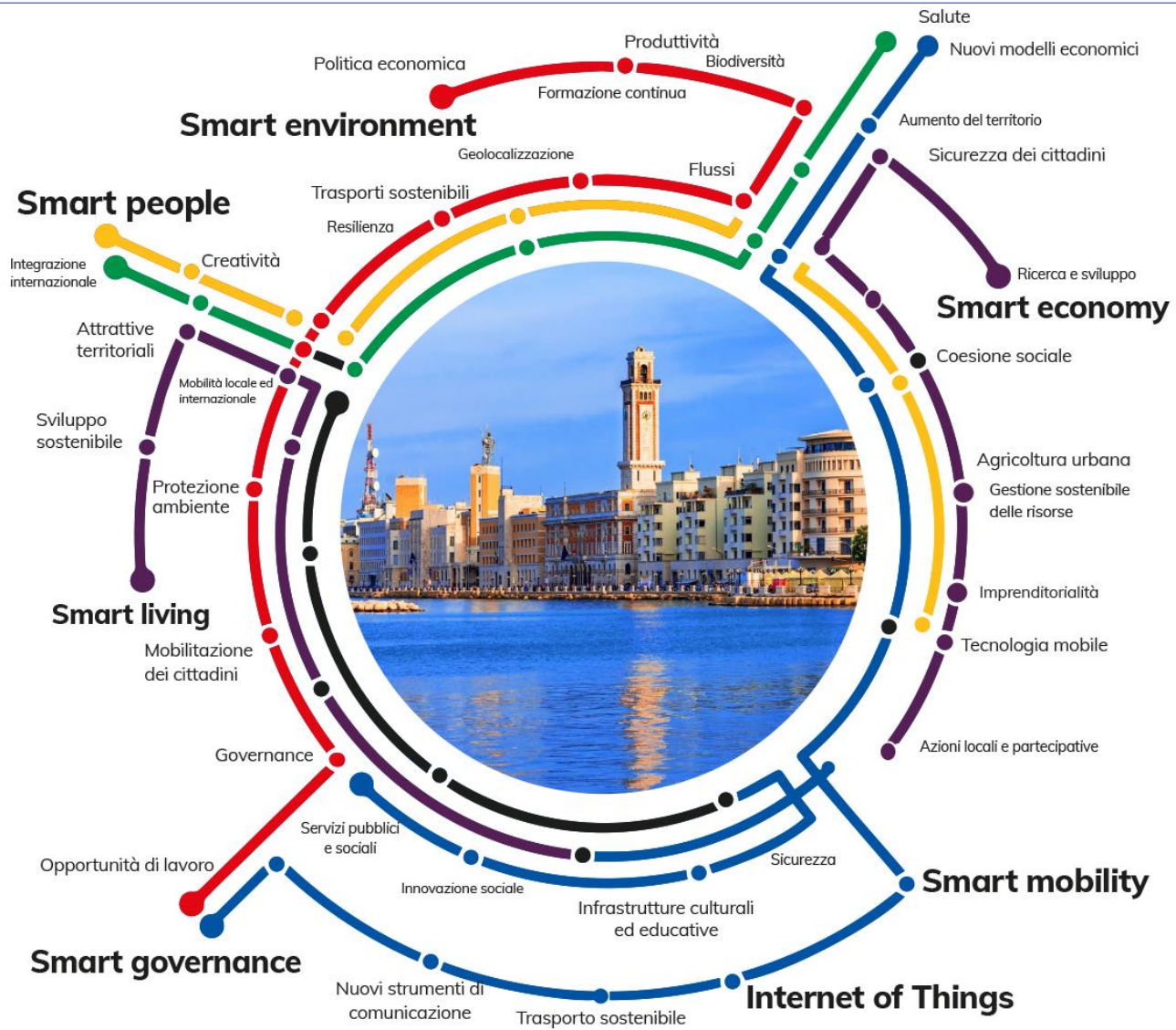
**Eng.
Antonella
Musicco**



Rocco Rubino



**Eng. Albina
Sciotti, PhD**



**GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE**

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