



AGENZIA NAZIONALE PER LE
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
Sviluppo Economico Sostenibile

Seminario «Riqualificazione di edifici pubblici e privati. Le misure previste dalle Direttive sull'efficienza energetica e sulla prestazione energetica degli edifici»

ENEA per la conservazione, valorizzazione e la sostenibilità del Patrimonio Culturale: l'efficienza energetica negli edifici storici

Roma, Aula magna Facoltà di Architettura, Sapienza Università di Roma, 13 novembre 2025

Ing. Silvia Di Turi – DUEE-SPS-ESU



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Introduzione

Riqualificazione energetica negli edifici storici e vincolati

- Gli edifici storici sono da tempo oggetto di studi multidisciplinari che si pongono l'obiettivo ambizioso di raggiungere un **alto livello di efficienza energetica**, pur **rispettando** i principi fondamentali del restauro e le **esigenze di tutela e conservazione** espresse dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs. 42/2004).
- Tale obiettivo è estremamente complesso e non a caso la normativa italiana sull'efficienza energetica degli edifici prevede che le costruzioni vincolate ai sensi del Codice vadano in **deroga** e non siano tenute al rispetto degli standard prestazionali previsti in caso di riqualificazioni energetiche e ristrutturazioni, qualora gli interventi possano compromettere i caratteri storici e architettonici.
- Per gli edifici soggetti a vincolo, infatti, ogni tipo di intervento è subordinato alla **preventiva autorizzazione del Ministero**, tramite le Soprintendenze (art.21 del D.Lgs. 42/2004), cui spetta il compito di valutare quali azioni siano realizzabili e quali invece siano in conflitto con le esigenze conservative.
- Ogni edificio storico è infatti caratterizzato da una propria **specificità** che va accuratamente tutelata e studiata caso per caso per poter intraprendere il processo di rinnovamento energetico.

La Nuova Direttiva EED III



Art. 6 - Ruolo esemplare degli edifici pubblici

2. Gli Stati membri **possono** applicare requisiti meno rigorosi di quelli di cui al paragrafo 1 per le categorie dei edifici seguenti:

Edifici storici

Edifici protetti e di particolare valore storico e architettonico il cui carattere o aspetto verrebbe modificato in maniera inaccettabile.

Strutture militari

Edifici di proprietà delle forze armate o destinati a scopi di difesa nazionale.

Edifici religiosi

Strutture adibite a luoghi di culto e allo svolgimento di attività religiose.

Eccezioni tecniche

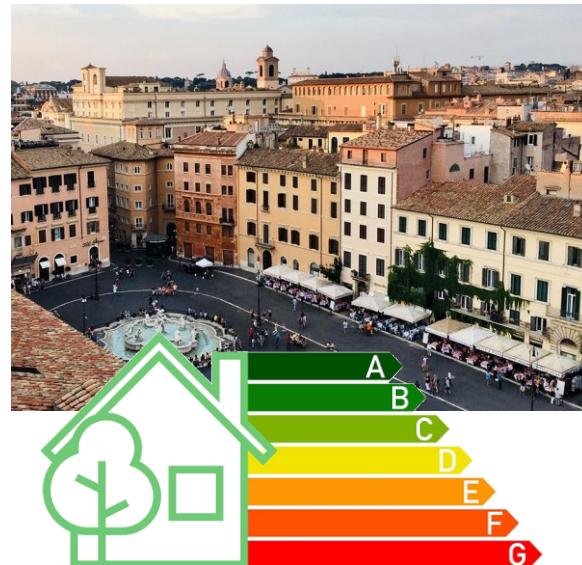
Edifici per cui non sia tecnicamente, economicamente o funzionalmente fattibile raggiungere lo standard NZEB.

La Nuova Direttiva EPBD IV

 Art. 9 - Norme minime di prestazione energetica per edifici non residenziali e traiettorie per la ristrutturazione progressiva del parco immobiliare residenziale

6. Gli Stati membri **possono** decidere di non applicare le norme minime di prestazione energetica di cui ai paragrafi 1 e 2, tra gli altri, a:

a) **Edifici ufficialmente protetti** in virtù dell'appartenenza a determinate aree o del loro particolare **valore architettonico o storico**, o altri edifici del patrimonio, nella misura in cui il rispetto delle norme implichi un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, o laddove la loro ristrutturazione non sia tecnicamente o economicamente fattibile



Edifici storici in Italia

La consistenza del parco immobiliare nazionale

Riepilogo immobili di proprietà della PA

Finalità d'uso	Numero totale di unità immobiliari	Superficie linda totale (m ²)	Numero di unità immobiliari non vincolate	Superficie linda totale (m ²) non vincolata	% u.i. vincolate	% superficie vincolata
Abitazioni ERP	478.805	36.145.706	440.448	33.342.275	8,0%	7,8%
Altre abitazioni di proprietà pubblica	161.079	16.494.743	132.943	12.955.535	17,5%	21,5%
Uffici pubblici	38.375	38.529.201	27.412	26.555.937	28,6%	31,1%
Strutture sanitarie di proprietà pubblica (escluse RSA)	5.982	33.146.417	4.591	23.589.332	23,3%	28,8%
Strutture residenziali collettive pubbliche (incluse RSA)	3.750	7.030.897	2.928	5.387.296	21,9%	23,4%
Scuole pubbliche	49.125	91.531.730	41.750	79.531.028	15,0%	13,1 %
Università	1.878	9.362.407	1.184	6.469.144	37,0%	30,9 %
Caserme	10.410	12.668.302	8.613	10.043.321	17,3%	20,7 %
Penitenziari	304	4.339.375	237	3.659.360	22,0%	15,7 %
Luoghi della cultura pubblici (musei e biblioteche)	10.805	8.208.419	5.243	2.870.296	51,5%	65,0%
Castelli e palazzi storici	2.312	3.497.741	0	0	100,0%	100,0 %
Altri beni a uso pubblico	7.532	6.286.697	5.794	4.437.821	23,1%	29,4%
Totale	770.357	267.241.635	671.143	208.841.345	12,9%	21,9%

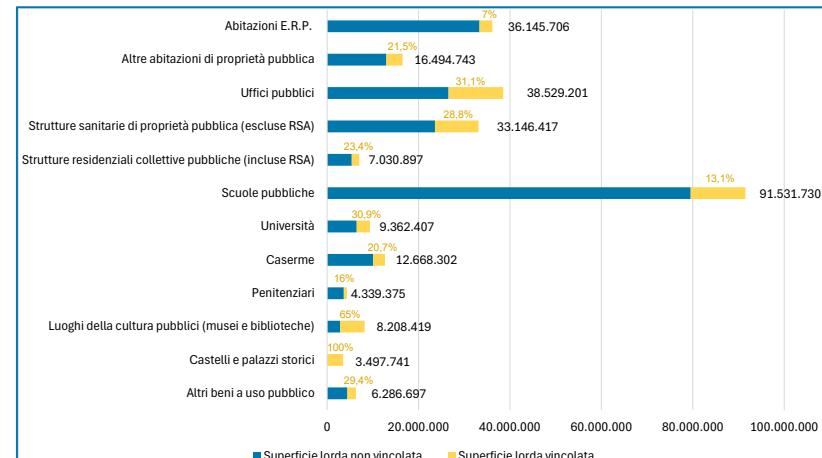
Superficie vincolata

22%

58.400.290 m²

A cura di F. Caffari, N. Calabrese, G. Murano, P. Signoretti (ENEA); con il supporto di P. Fabbri, M. Piscitelli (MEF).

[link](#)



Fonte: Elaborazione ENEA su dati vari

Linee guida per l'efficienza energetica

Convenzione tra ENEA e Parco Archeologico dell'Appia Antica

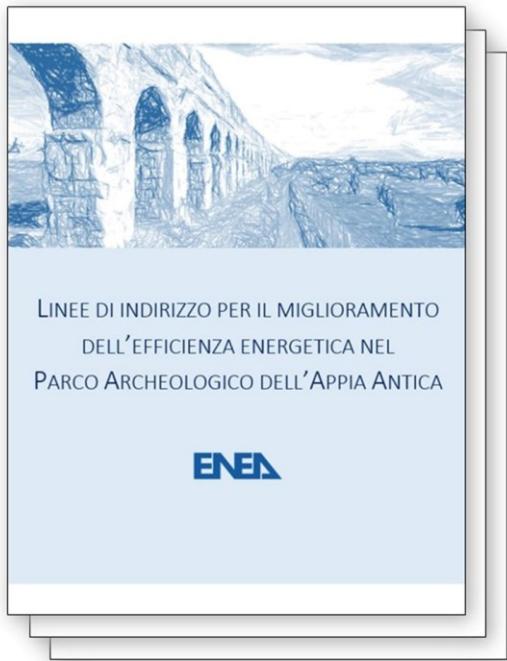
“Predisposizione del servizio di supporto alla progettazione e stesura di linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica di immobili vincolati”



Le linee guida ENEA hanno lo scopo di

- Indirizzare i progettisti verso le soluzioni di efficientamento più idonee, in considerazione delle peculiarità degli edifici del Parco (da valutare tramite diagnosi energetica), che possano ottenere il parere favorevole della Soprintendenza.
- stabilire una metodologia comune per l'analisi e la riqualificazione degli edifici del Parco;
- supportare il PAAA (avente, nel proprio territorio di competenza, funzione di “Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio”) nella valutazione delle proposte progettuali migliori.
- Considerare la riqualificazione energetica non come ostacolo ma come incentivo alla tutela del bene.

Linee guida per l'efficienza energetica

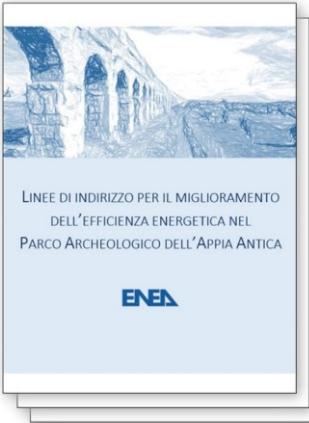


Il documento comprende:

1. la **descrizione degli elementi caratteristici** degli edifici del Parco;
2. le indicazioni per la realizzazione delle **diagnosi energetiche**;
3. un capitolo rivolto ai funzionari del Parco con l'indicazione degli **indicatori utili** alla valutazione dell'efficacia dei progetti proposti;
4. una sezione comprendente le schede descrittive dei **possibili interventi di efficientamento** (relativi all'involucro, agli impianti e all'installazione di sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili).

Linee guida per l'efficienza energetica

Linee guida



Schede descrittive

The image shows three detailed technical sheets from the ENEA report:

- Sheet 1: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Parco Archeologico dell'Appia Antica**
 - Site:** Denominazione sito PAIA: Capo di Bove; Indirizzo del sito: Via Appia Antica, 222 - 00178 - Roma; Numero civico: 222; Gradi come: 3443; È stato o è attualmente aperto al pubblico: Sì.
 - Indirizzo di edificio principale:** Viste delle facciate d'ingresso e delle facciate sul retro.
 - Tipologie costruttive:** Muretto portante; Tipologia di costruzione: In secco - 1845; Unione muri e soffitti esterni: Sì.
 - Destinazione d'uso:** Ufficio - area espositiva.
 - Superficie dell'edificio abitabile ed uso ufficio:** 520 m².
 - Superficie dell'edificio abitabile ed uso monastile:** 220 m².
 - Superficie totale:** 740 m².
 - Volumi netti totali:** 1.400 m³.
 - Numeri posti dell'edificio:** 2.
 - Altezza minima dei locali:** 2,90 m.
 - Altezza minima dei locali di ricoveramento:** Sì.
 - Superficie netta ricavata:** 520 m².
 - Volume netto ricavato:** 1.400 m³.
 - Superficie terreno disponibile:** 1.400 m².
- Sheet 2: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Parco Archeologico dell'Appia Antica**
 - Indirizzo di edificio principale:** Le chiusure verticali ospitano una costruzione da muratura realizzata con materiali misti, come tufo, silex, laterite e cemento, che si inseriscono in un contesto di costruzioni in mattoni e cemento armato. I muri sono rivestiti con la griglia di siepe della cintura romana, mentre, in corso, la struttura neoclassica. Gli spessori sono variabili, da circa 75 cm in corrispondenza della muratura delle cantine, a circa 40 cm.
 - Spessore muro:** 0,20 m.
 - Tipologia costruttiva:** Muratura in laterizio.
 - Stato di conservazione interno ed esterno:** Buono.
 - Uso:** Ufficio.
 - Utile di prestazione energetica:** Sufficiente.
- Sheet 3: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Parco Archeologico dell'Appia Antica**
 - Impianti:**
 - IMPIANTO PRESENTE:** Climatizzazione (termica ed aria).
 - IMPIANTO IN PROGETTO:** Il progetto prevede l'installazione di un impianto di climatizzazione a gasolio a pressione bassa, collocato all'interno dell'edificio e collegato alla centrale termica situata a piano terra. Qui sono collocate le centrali di risciacquo, la pompa di calore, la pompa di raffreddamento e il serbatoio per il rifornimento dell'impianto. L'impianto di risciacquo/rinfrescamento dell'aria è a servizio delle sale espositive. Le scatole di risciacquo sono collegate alle centrali termiche e ai serbatoi di raffreddamento. I serbatoi sono collocati in corrispondenza delle camere di raffreddamento dell'impianto.
 - Tipologia del generatore di calore:** Gruppo fogni a gasolio elettrico (funzionamento inverso ed elettrico).
 - Maria e modulare
 - Aria
 - Acqua
 - Energia solare
 - Energia termica
 - Rendimento: COP 3,15 EER 2,66
 - Tipologia del termostato:** Termostato a parete (corridoio e uffici).
 - Termostato:** Sito servito dal CTVA.
 - Azione di calore:** CTA controllato nella c.c.
 - Impianti:**
 - IMPIANTO PRESENTE:** La produzione di aria in questo edificio costituisce la garanzia di due bollitori elettrici, uno collocato in corrispondenza del corridoio centrale e a questo serve una porzione di copertura para capillare, anche essa provvista di un impianto di risciacquo e di raffreddamento. Questo impianto funziona.
 - IMPIANTO IN PROGETTO:** Il progetto prevede l'installazione di un impianto di climatizzazione a gasolio a pressione bassa, collocato all'interno dell'edificio e collegato alla centrale termica situata a piano terra.
 - Tipologia del generatore di calore:** + 2 bollitori elettrici.
 - Termostato:** Sito servito dall'CTVA.
 - Azione di calore:** CTA controllato nella c.c.

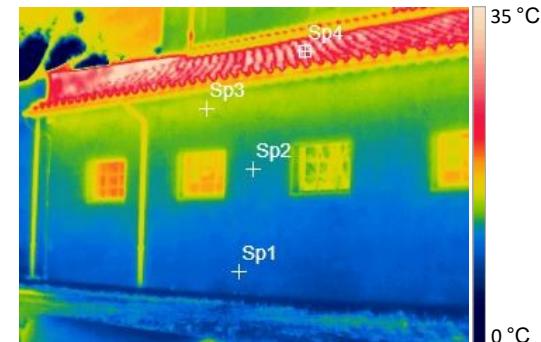
La valutazione del risparmio energetico conseguibile e la convenienza degli interventi sotto il profilo costi-benefici dovrà essere valutata dai tecnici incaricati tramite diagnosi energetica, da svolgere in accordo alla norma UNI CEI EN 16247-2:2022 ed al rapporto tecnico UNI/TR 11775:2020.

Linee guida per l'efficienza energetica

Diagnosi energetica, da svolgere in accordo alla norma UNI CEI EN 16247-2:2022 ed al rapporto tecnico UNI/TR 11775:2020.

CRITICITA'

1. **Carenza di documentazione tecnica**, e necessità di rilievi, indagini storiche e archivistiche, misurazioni con tecniche non invasive.
2. **Difficoltà di reperimento delle bollette energetiche** a seguito dei cambi di destinazione d'uso e dei soggetti preposti alla gestione dei beni stessi.
3. **Presenza di impianti datati**, in cui è difficile trovare sistemi di contabilizzazione e monitoraggio dei consumi utili alla ripartizione tra i diversi servizi energetici. Tale problematica rende indispensabile un accurato inventario energetico.
4. **Difficoltà nella scelta degli interventi migliorativi** per far fronte alle esigenze di tutela e conservazione espresse nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs. 42/2004).



Attività di ricerca sviluppata



RICERCA DI
SISTEMA ELETTRICO



Accordo di Programma MASE – ENEA – PTR 2022-2024

Progetto: 1.5 - Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti

Work package: 1 - Edifici ad alta efficienza energetica

Linee di attività:

LA1.4. «Efficientamento energetico di complessi di edifici storici e vincolati: caratterizzazione di casi studio reali»

LA1.5. «Efficientamento energetico di complessi di edifici storici e vincolati: analisi energetiche dei casi studio e valutazione degli interventi»

Gruppo di lavoro: S. Di Turi, D. Palladino, F. Caffari, G. Centi, F. Giustini, F. Margiotta, G. Murano, L. Ronchetti, P. Signoretti, L. Volpe – ENEA – DUEE – SPS – ESU

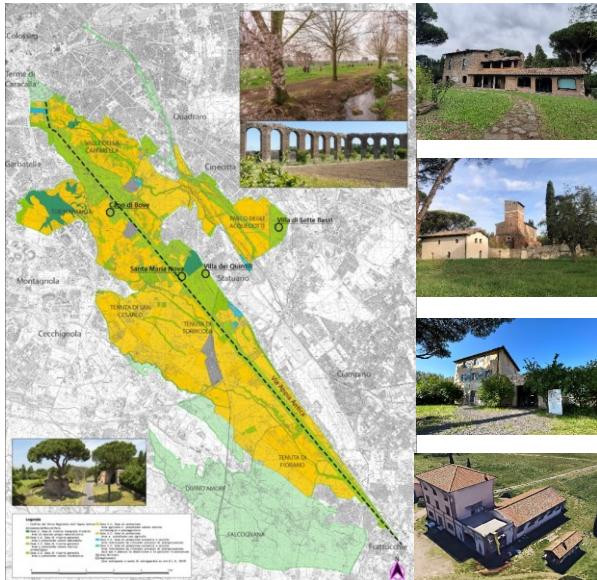
Con il contributo esterno di: S. Quilici, F. Volpe, M. Reginaldi – PAAA

Responsabile del Progetto: G. Puglisi - *Responsabile del Work Package:* D. Iatauro

Metodologia e obiettivi delle attività di ricerca

Obiettivo generale: Raggiungere un **elevato livello di efficienza energetica** in casi specifici di **complessi di edifici storici vincolati**, pur rispettando i principi fondamentali del restauro e i vincoli di tutela

Contesto di applicazione: Complessi di edifici storici vincolati nel Parco dell'Appia Antica



INDAGINI STORICHE E ARCHIVISTICHE

INDAGINI DIRETTE – RILIEVI E SOPRALLUOGHI

ANALISI TERMOGRAFICHE

TERMOFLUSSIMETRIE

RACCOLTA E ANALISI BOLLETTE

ANALISI DEL SITO

FASE 1

Caratterizzazione termofisica del sito e dei casi studio

- Involucro Edilizio
- Impianti
- Consumi reali
- Aspetti idrogeologici del sito

Metodologia e obiettivi delle attività di ricerca

Obiettivo generale: Raggiungere un **elevato livello di efficienza energetica** in casi specifici di **complessi di edifici storici vincolati**, pur rispettando i principi fondamentali del restauro e i vincoli di tutela

Contesto di applicazione: Complessi di edifici storici vincolati nel Parco dell'Appia Antica



Scelta dei casi studio

Casi studio nel Parco Archeologico dell'Appia Antica



A) Villino di Capo di Bove: edificio novecentesco realizzato con materiali di recupero su un'antica cisterna romana, visibile nella muratura in selce alla base della costruzione.



B) Casale di Santa Maria Nova, realizzato in più fasi a partire dal Medioevo sulle murature antiche di una cisterna romana.



C) Villa dei Sette Bassi: casale principale realizzato nei primi del '900, nel periodo dei Torlonia.



D) Villa dei Quintili: casale principale realizzato nei primi del '900, nel periodo dei Torlonia.

Nel proprio territorio di competenza (circa 4.580 ettari) è lo stesso PAAA ad occuparsi della tutela di monumenti in virtù della funzione di “Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio” (DM 44/2016).

Nei complessi monumentali presenti nel Parco insistono edifici storici, adibiti a vari usi (**spazi espositivi, servizi al pubblico e uffici**).

L'epoca di costruzione varia, a seconda dell'edificio, dal Medioevo fino al '900.

Scelta dei casi studio

Casi studio nel Parco Archeologico dell'Appia Antica



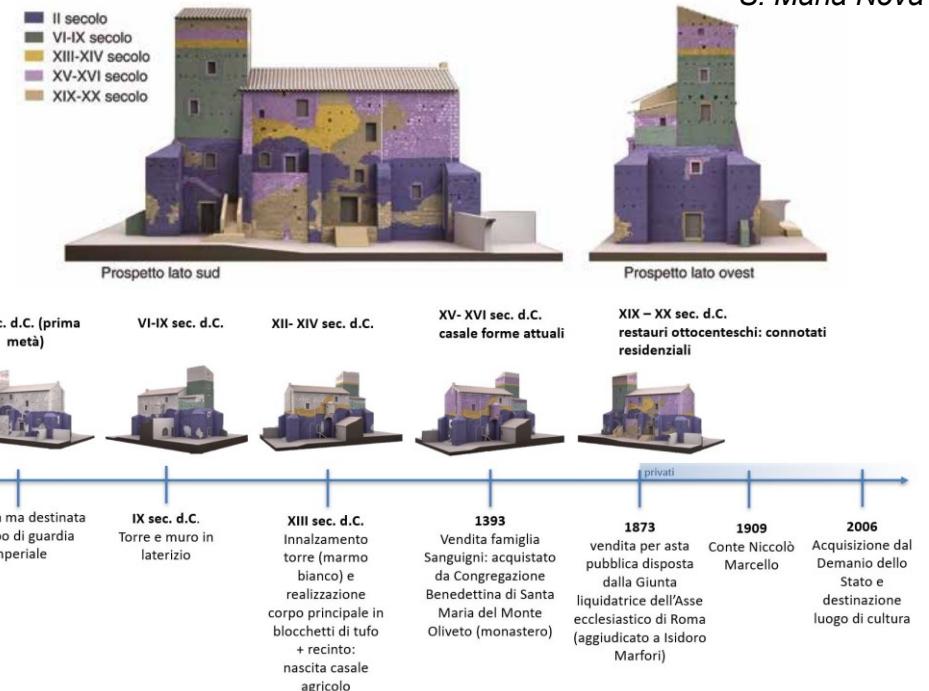
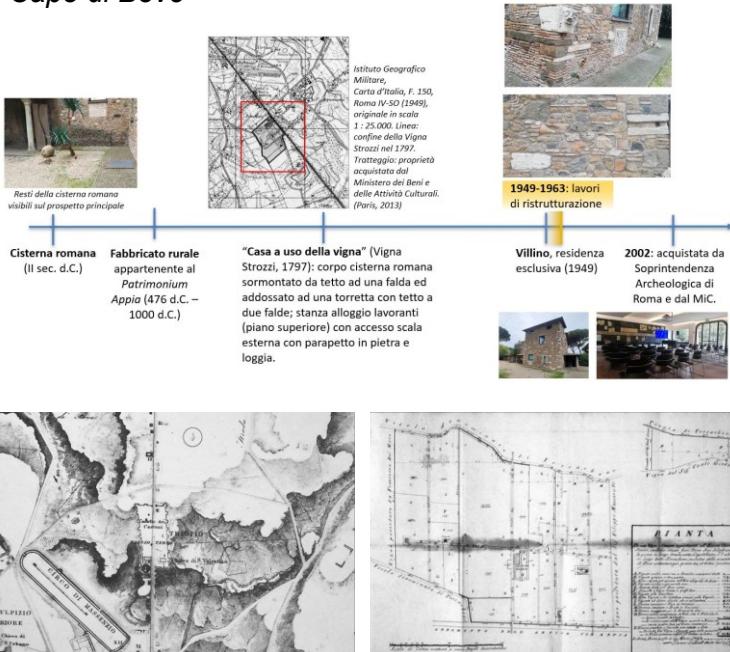
MOTIVAZIONI DELLA SCELTA

- Tutti gli edifici sono il risultato di una **complessa stratificazione storica** avvenuta nel corso di differenti epoche, condizione questa molto diffusa nel patrimonio edilizio storico italiano.
- La **varietà delle destinazioni d'uso** cui essi sono adibiti (uffici, sedi museali, spazi di accoglienza e di servizio) offrono la possibilità di ampliare l'analisi e renderla generalizzabile.
- L'**appartenenza ad un contesto vincolato più esteso**, come il Parco Archeologico, offre un'opportunità unica per valutare diverse strategie di intervento e considerare la possibilità di installare sistemi avanzati di produzione di energia da fonti rinnovabili, a servizio sia dell'edificio singolo che del sito.

Metodi e tecniche di indagine

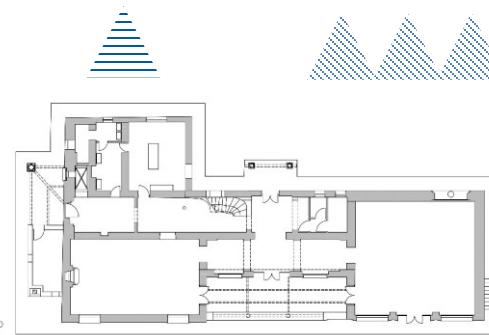
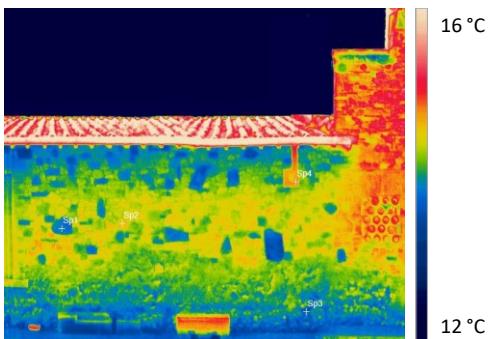
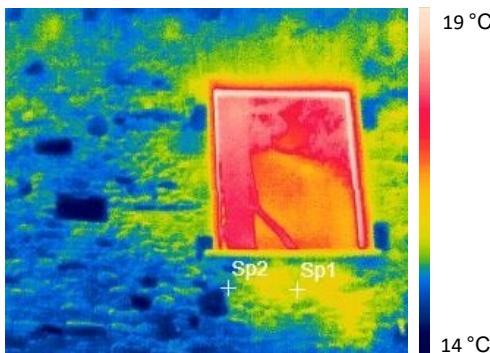
Analisi documentali

Capo di Bove

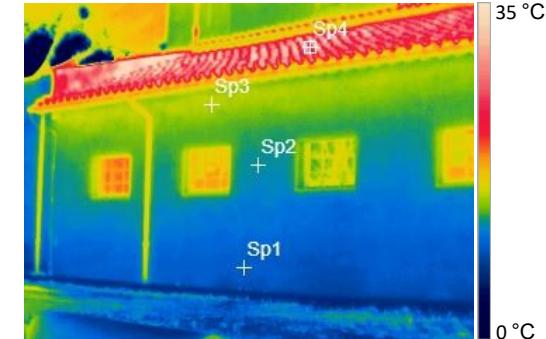
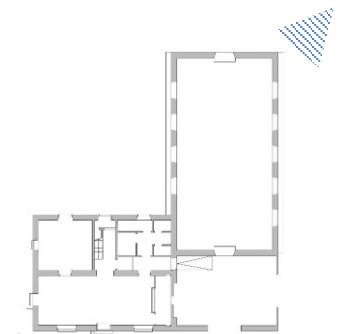


Metodi e tecniche di indagine

Termografia

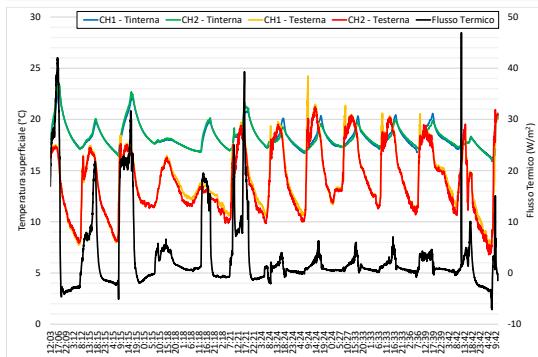
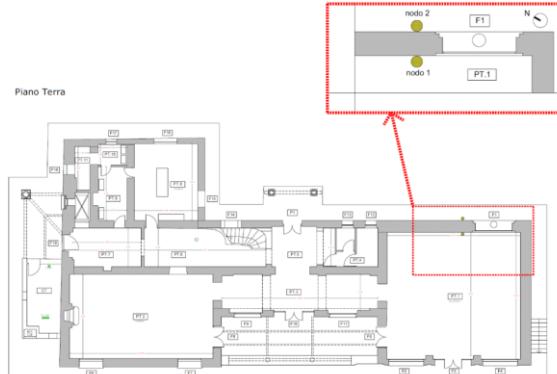


Villa dei Quintili



Metodi e tecniche di indagine

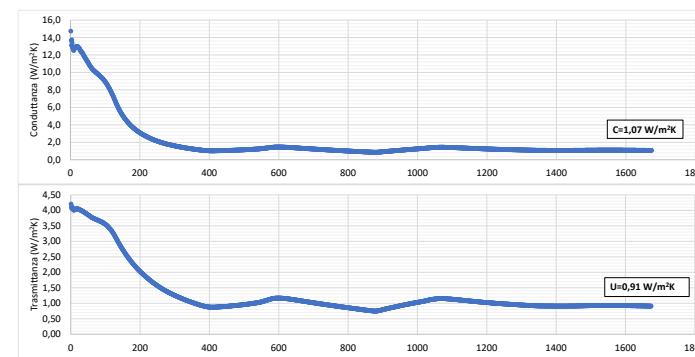
Termoflussimetria e misura della trasmittanza in opera



Strato		s (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
1	Intonaco	0,02	0,70	0,029
2	Mattone forato	0,08	0,29	0,273
3	Intercapedine d'aria	0,05	-	0,180
4	Muratura in tufo/mista	0,69	1,50	0,460

Esempio di parete indagata tramite termoflussimetro in Capo di Bove

$$U_{6946} \approx 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

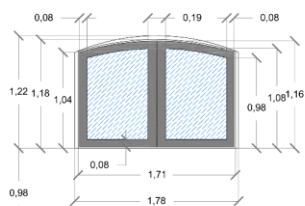


Caratterizzazione termofisica degli edifici

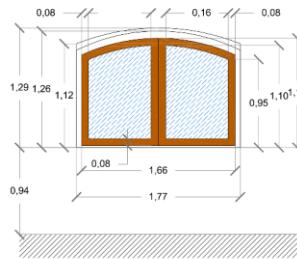
Involucro opaco e trasparente



Strato	Descrizione	Spessore (m)	Conduttività (W/mK)	Resistenza (m ² K/W)	Densità (kg/m ³)	Massa superficiale (kg/m ²)	Calore specifico (J/kgK)
	Rsi			0,130			
1	Intonaco interno	0,03	0,70	0,043	1400	42	1000
2	Muratura in tufo	0,40	0,63-1,70	0,635-0,259	1500-2300	600-920	1000
3	Intonaco esterno	0,03	0,70	0,043	1400	42	1000
	Rse			0,04			



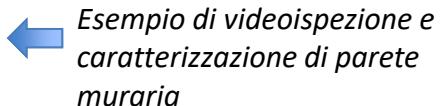
codice infisso	F5
telaio	alluminio
vetro	singolo vetro - spesso
A telaio (m ²)	0,54
A vetro (m ²)	1,29
A totale (m ²)	1,83
h parapetto (m)	0,98



codice infisso	F6
telaio	legno tenero
vetro	doppio vetro
A telaio (m ²)	0,54
A vetro (m ²)	1,29
A totale (m ²)	1,83
h parapetto (m)	0,94

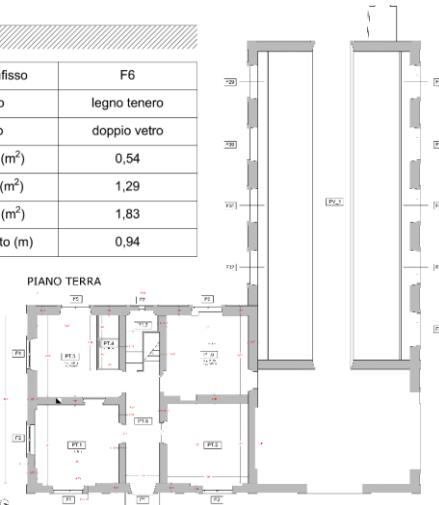


Esempio di abaco degli infissi



Esempio di videoispezione e caratterizzazione di parete muraria

Villa di
Sette Bassi



Caratterizzazione termofisica degli edifici

Impianti



Riscaldamento
Caldaia tradizionale RIELLO RTQ 115 3S

Potenza al focolare max.	115	kW
Potenza al focolare min.	90	kW
Potenza termica utile max 80°-60° C	109,7	kW
Potenza termica utile min 80°-60° C	86,6	kW
Rendimento 80°-60° C a P.max.	95,8	%
Rendimento 80°-60° C a P.min.	96,2	%
Rendimento utile 30%	99,7	%

Riscaldamento

PdC Ferroli-U.E. Diamant 27-3	Capacità termica	8,21	kW
	Potenza assorbita	2,10	kW

PdC Mitsubishi SCM80ZF-S	Capacità termica	9,30	kW
	Potenza assorbita	2,43	kW

Raffrescamento

PdC Ferroli-U.E. Diamant 27-3	Capacità termica	7,92	kW
	Potenza assorbita	2,45	kW

PdC Mitsubishi Split SCM80ZF-S	Capacità termica	8,00	kW
	Potenza assorbita	2,38	kW

Acqua Calda Sanitaria

Boiler elettrico Andris	Potenza assorbita	1,5	kW
	Capacità	30	l
Boiler elettrico Perla	Potenza assorbita	1,2	kW
	Capacità	75	l

Esempio di caratterizzazione degli impianti di riscaldamento, raffrescamento e ACS in Villa dei Quintili

Caratterizzazione termofisica degli edifici

Impianti



Esempio di ricognizione dei corpi illuminanti in Villa dei Quintili

Edificio	Piano	Tipologia lampada	n. lampade	Potenza totale lampade (W)
Antiquarium	Terra	Incandescenza	0	0
Antiquarium	Terra	Alogena	8	280
Antiquarium	Terra	Fluorescenza	0	0
Antiquarium	Terra	LED	107	318,6
Antiquarium	Terra	Non identificata	0	0
Casale	Terra	Incandescenza	0	0
Casale	Terra	Alogena	15	525
Casale	Terra	Fluorescenza	31	796
Casale	Terra	LED	10	107,4
Casale	Terra	Non identificata	0	0
Casale	Primo	Incandescenza	0	0
Casale	Primo	Alogena	2	185
Casale	Primo	Fluorescenza	5	168
Casale	Primo	LED	12	60
Casale	Primo	Non identificata	0	0
Casale	Secondo	Incandescenza	0	0
Casale	Secondo	Alogena	0	0
Casale	Secondo	Fluorescenza	10	192
Casale	Secondo	LED	6	55,2
Casale	Secondo	Non identificata	0	0
Servizi igienici	Terra	Incandescenza	0	0
Servizi igienici	Terra	Alogena	0	0
Servizi igienici	Terra	Fluorescenza	8	288
Servizi igienici	Terra	LED	4	7,2
Servizi igienici	Terra	Non identificata	0	0
Centrale Termica	Terra	Incandescenza	0	0
Centrale Termica	Terra	Alogena	0	0
Centrale Termica	Terra	Fluorescenza	2	72
Centrale Termica	Terra	LED	0	0
Centrale Termica	Terra	Non identificata	0	0
Esterno	-	Incandescenza	0	0
Esterno	-	Alogena	0	0
Esterno	-	Fluorescenza	8	164
Esterno	-	LED	1	1,8
Esterno	-	Non identificata	10	207

Analisi dei consumi reali dei complessi di edifici

Quadri di sintesi

Consumo medio di gas metano (da ottobre 2021 ad aprile 2022)

Complesso	Consumo (m ³)	Superficie utile riscaldata (m ²)	Volume utile riscaldato (m ³)	Consumo specifico (Sm ³ gas /m ²)	Consumo specifico (Sm ³ gas /m ³)
Villa dei Quintili	7.405	500	1897	14,8	3,9

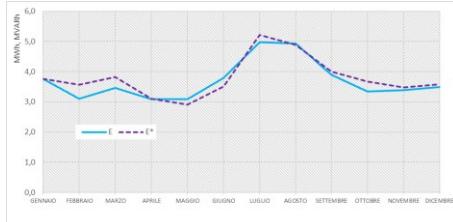
Consumi elettrici medi

Edificio	Consumo medio 2020-2022 (kWh)	Consumo medio 2021-2022 (kWh)	Variazione (%)
Capo di Bove	77.681	78.814	1,5
Santa Maria Nova	44.806	41.627	-7,1
Villa dei Quintili	45.483	44.330	-2,5
Villa di Sette Bassi	6.910	7.237	4,7

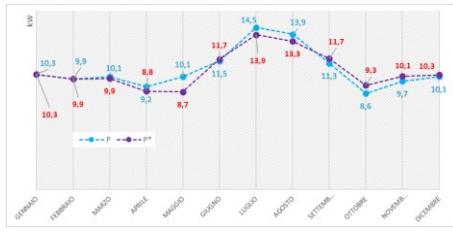
Consumo medio di energia primaria

Edificio	Consumo medio 2021-2022 (kWh)	Consumo specifico (kWh/m ²)	Consumo specifico (kWh/m ³)
Capo di Bove	190.730	298,0	105,4
Santa Maria Nova	100.737	183,2	37,7
Villa dei Quintili	180.755	361,5	95,3
Villa di Sette Bassi	17.514	83,4	25,0

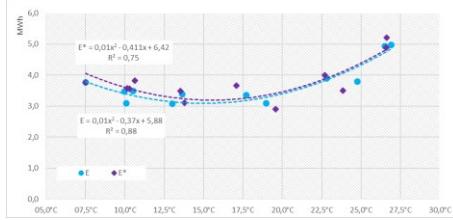
Esempio di analisi dei consumi (Villa dei Quintili)



Consumi elettrici medi 2020-2022 (E*) e 2021-22 (E)



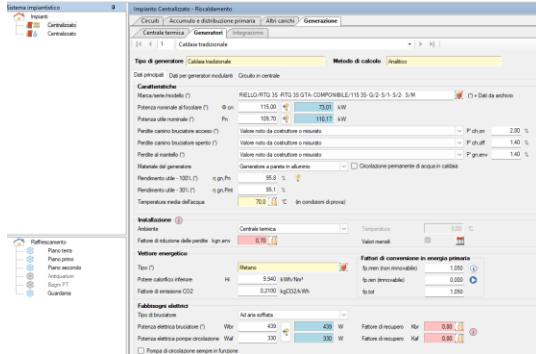
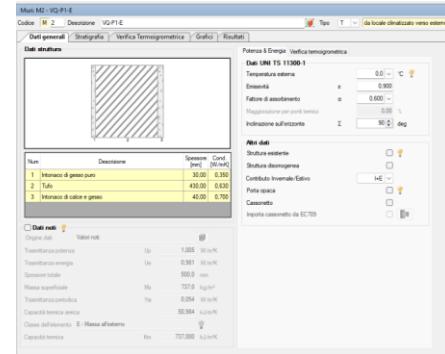
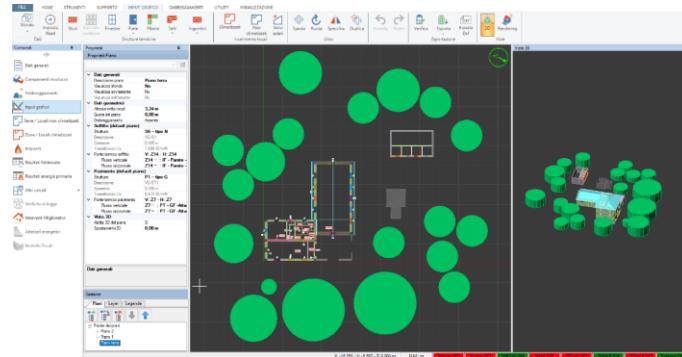
Potenza massima prelevata 2020-2022 (P*) e 2021-22 (P)



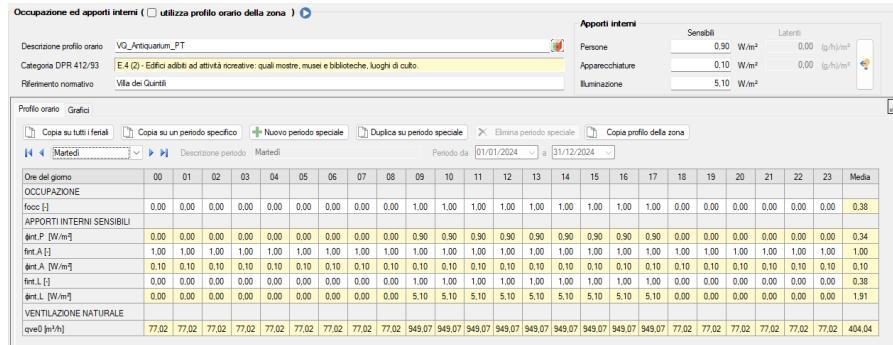
Consumi elettrici-temperatura 2020-2022 (E*) e 2021-22 (E)

Analisi energetiche

Modelli energetici



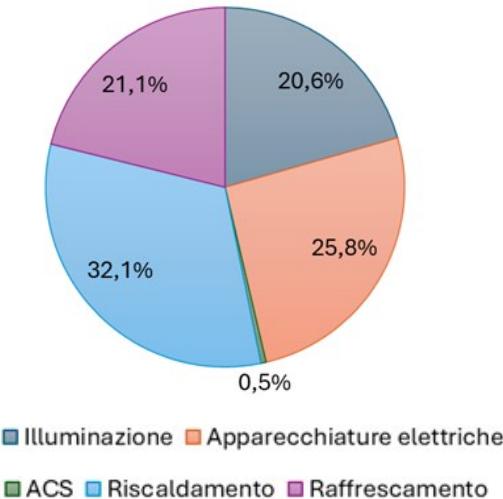
Esempio di costruzione e validazione di uno dei modelli di simulazione sulla base di dati climatici e dati di consumo reali (Villa dei Quintili)



ENEA per la conservazione, valorizzazione e la sostenibilità del Patrimonio Culturale: l'efficienza energetica negli edifici storici – Aula Magna Facoltà di Architettura, Sapienza Università di Roma - 13 novembre 2025

Analisi energetiche

Validazione sui consumi reali



Casi studio	Consumi reali	Consumi calcolati	Scostamento
Santa Maria Nova	41.627 kWh	41.917 kWh	- 2,2%
Villa dei Quintili (elettrico)	44.330 kWh	41.956 kWh	- 5,4%
Villa dei Quintili (gas)	6.739 m ³	6.779 m ³	+ 0,6%
Villa di Sette Bassi	7.237 kWh	6.954 kWh	+ 4,3%

Esempio di ripartizione dei consumi elettrici (Santa Maria Nova) e validazione dei modelli energetici per i tre siti analizzati.

Risultati energetici ed economici

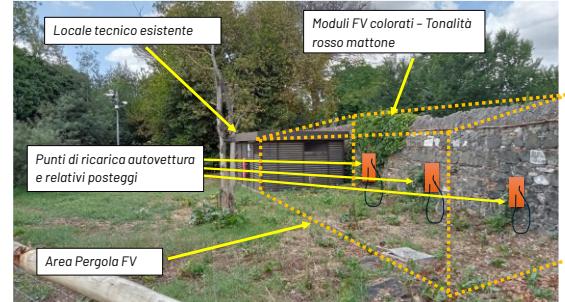
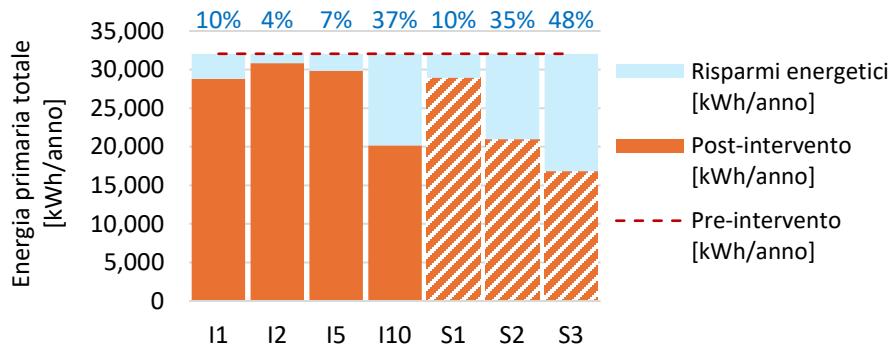
Santa Maria Nova



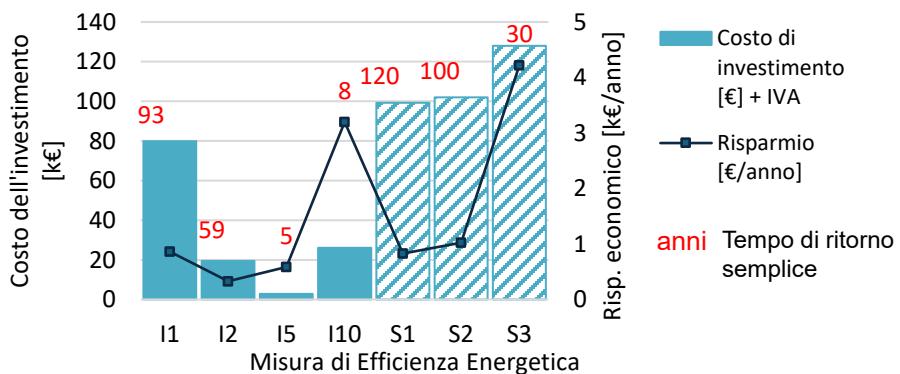
Interventi singoli (I) e scenari (S)

- I1. Isolamento copertura
- I2. Sostituzione infissi meno performanti
- I5. LED
- I10. Moduli FV colorati da 9,8 kWp su pensilina adiacente a centrale termica

Analisi energetiche



Analisi Economiche



Risultati energetici ed economici

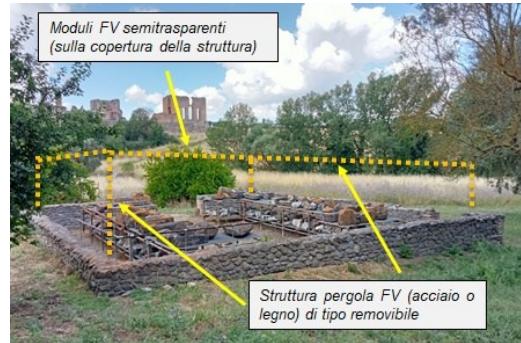
Villa dei Quintili



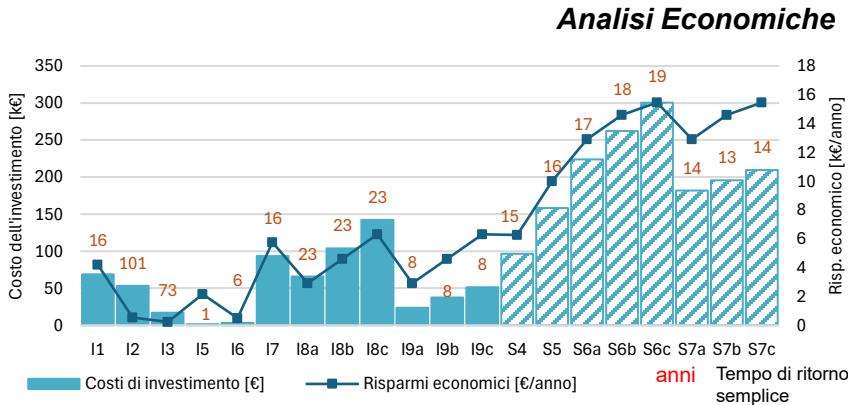
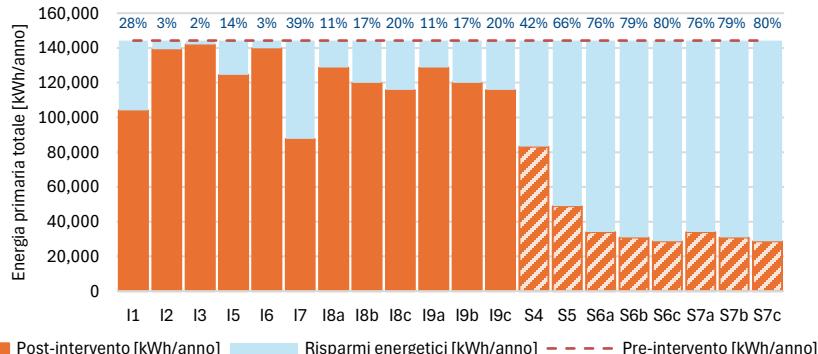
Interventi singoli (I) e scenari (S)

- I1. Isolamento coperture
- I2. Sostituzione infissi
- I3. Chiusura ingresso
- I5. LED
- I6. PDC-ACS
- I7. VRF
- I8. Coppi FV - kWp: a.8,8; b.14; c.19
- I9. Mod. FV colorati - kWp: a.8,8; b.14; c.19

- S4. I6+I7
- S5. I1+I5+I6+I7
- S6a. I1+I5+I6+I7+I8a
- S6b. I1+I5+I6+I7+I8b
- S6c. I1+I5+I6+I7+I8c
- S7a. I1+I5+I6+I7+I9a
- S7b. I1+I5+I6+I7+I9b
- S7c. I1+I5+I6+I7+I9c



Analisi energetiche



Risultati energetici ed economici

Villa di Sette Bassi



Stato di fatto considerato

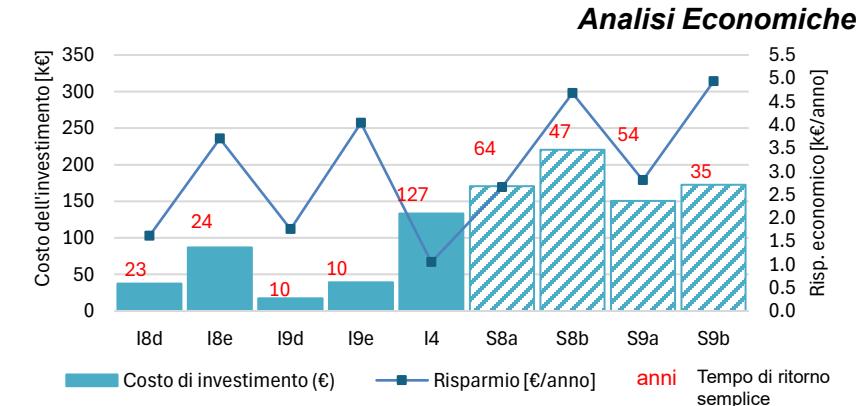
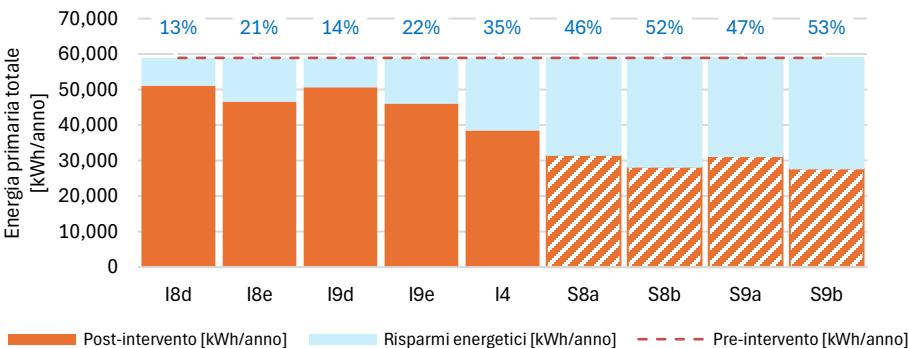
- Ripristino dei componenti di involucro degradati
- Isolamento della copertura
- Sostituzione infissi
- Sostituzione dei generatori di calore esistenti con sistema VRF
- Sostituzione dei boiler elettrici con sistemi a pompa di calore

Interventi singoli (I) e scenari (S)

- I4. Cappotto termico
I8. Coppi FV - kWp: d.4,95; e.11,55
I9. Mod. FV colorati - kWp: d.5,4; e.12,6
S8a. I4+I8d
S8b. I4+I8e
S9a. I4+I9d
S9b. I4+I9e



Analisi energetiche



Conclusioni

- Punto di partenza imprescindibile per la **scelta degli interventi** di efficienza energetica in edifici storici deve essere il rispetto del **valore storico** dell'edificio e dei **vincoli** di salvaguardia e tutela cui è sottoposto.
- È necessario raggiungere un **compromesso** tra considerazioni di carattere energetico, economico e storico, che si manifesta nella scelta di **interventi adattabili e poco invasivi**, anche se non sempre economicamente più convenienti.
- Il tutto deve essere condotto in **sinergia** con gli Enti preposti alla salvaguardia e tutela del bene, in un continuo **dialogo** con essi sin dalle fasi iniziali di caratterizzazione degli edifici e diagnosi.
- I progettisti si devono indirizzare verso le **soluzioni di efficientamento più idonee** (da valutare tramite diagnosi energetica), che possano ottenere il parere favorevole della Soprintendenza e nello stesso tempo il massimo livello di **prestazione energetica** raggiungibile, valutato di caso in caso nel rispetto dei vincoli di tutela.

Silvia Di Turi

silvia.dituri@enea.it

1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

