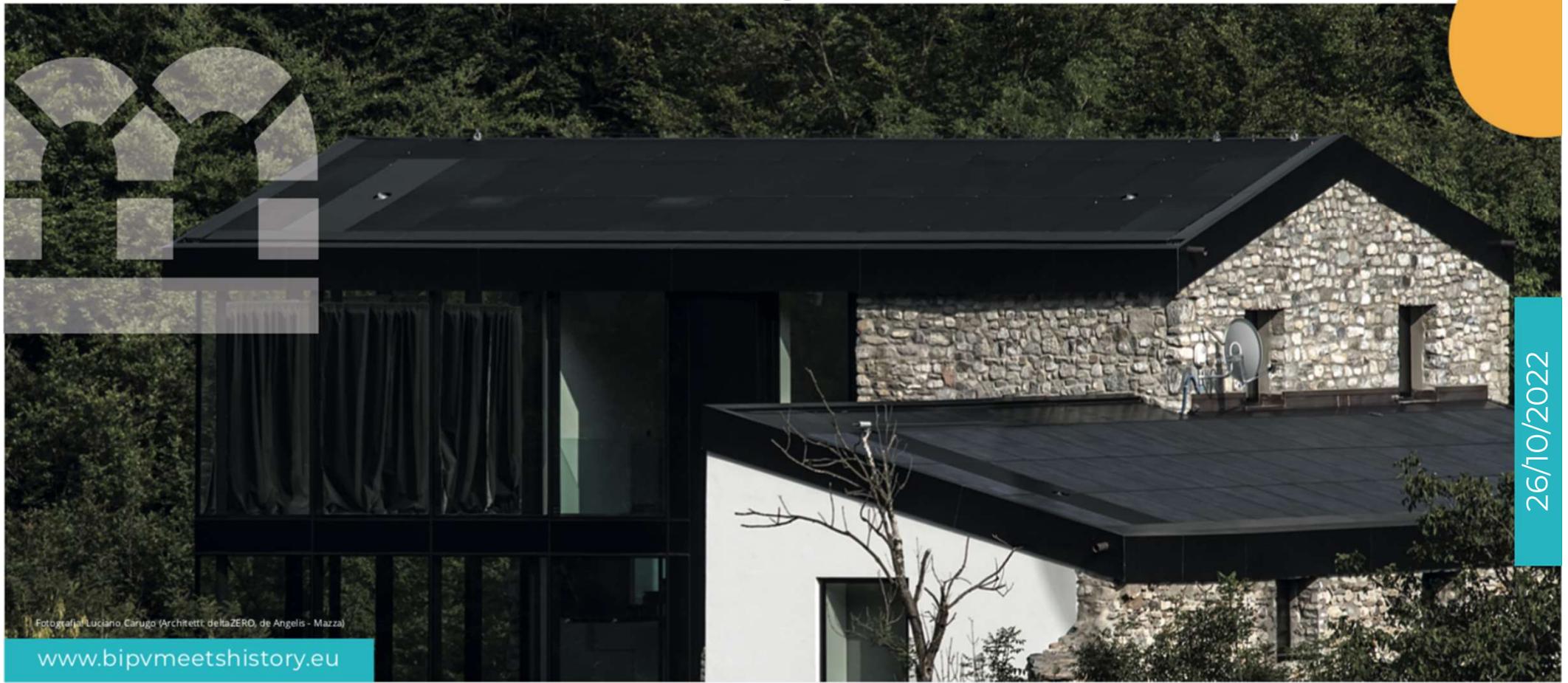


BIPV in contesti tutelati: l'impatto economico dell'integrazione estetica

Ing. Martina Pelle, EURAC Research

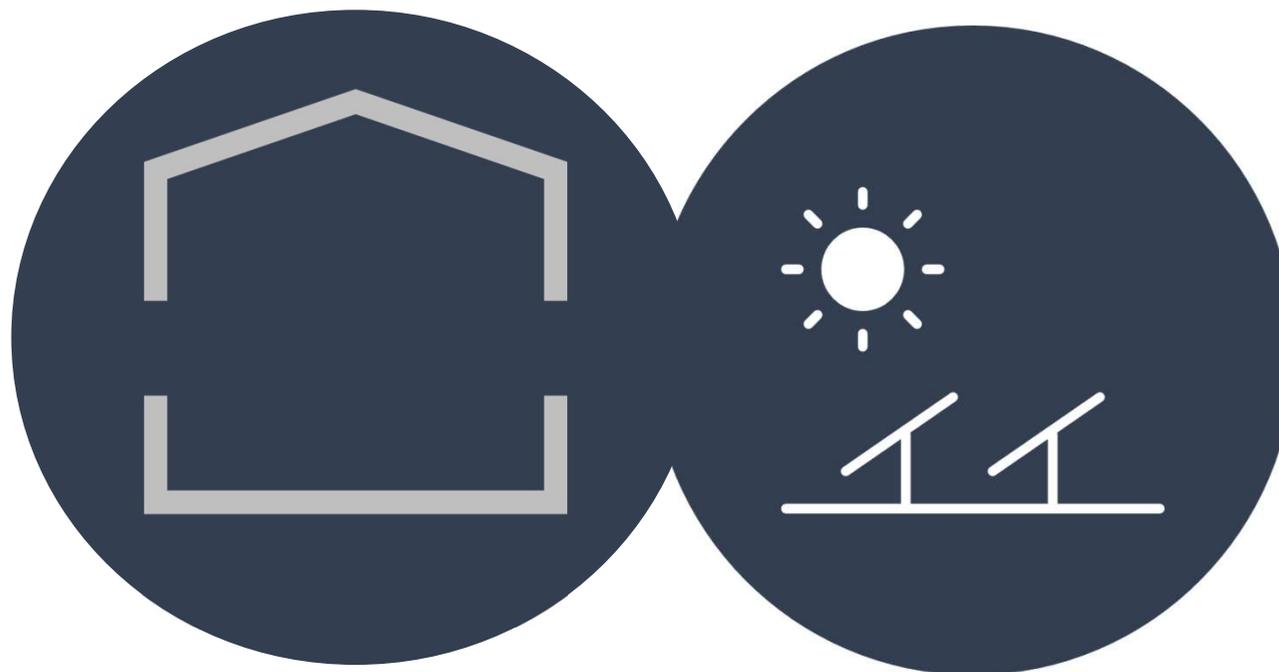


Fotografia: Luciano Carugo (Architetti della ZERO, de Angelis - Mazza)

www.bipvmeetshistory.eu

26/10/2022

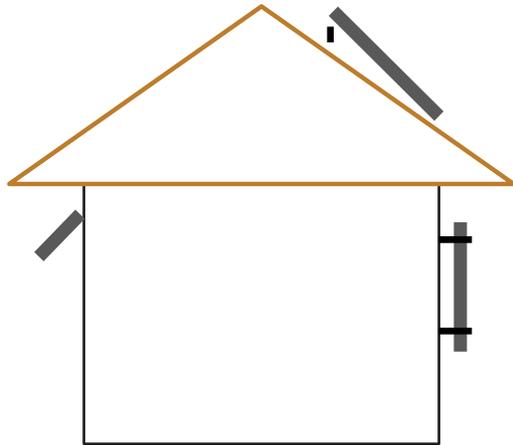
BIPV: una soluzione tecnica per integrare le FER negli edifici



**Elemento
costruttivo di
involucro**

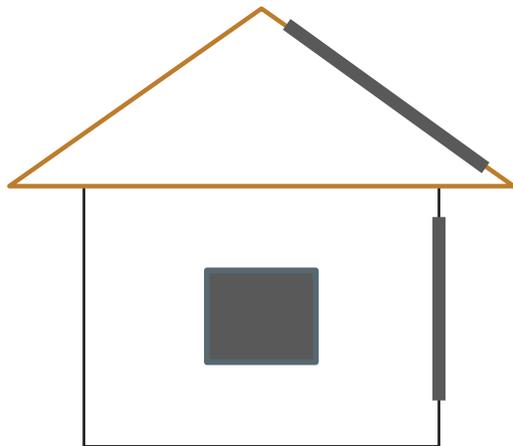
**Sistema di
generazione di
potenza**

BAPV e BIPV: quali sono le differenze



BAPV: Building **applied** (or added, or attached) photovoltaic

“The PV modules are directly attached to the buildings using additional mounting structure and moving rails [...] and do not have any direct effect on the building structures and the way they **function**.” [2]



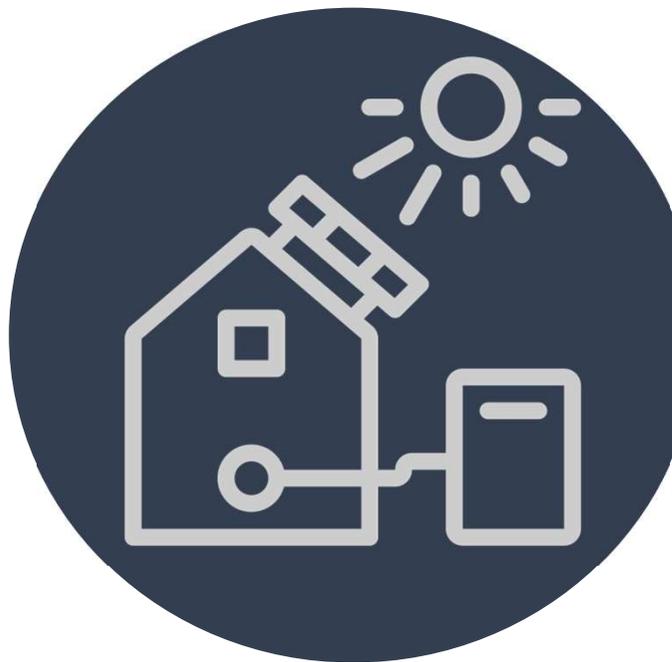
BIPV: Building **integrated** photovoltaic

“Photovoltaic modules are considered to be building-integrated, if the PV modules form a construction product providing a function as defined in the European Construction Product Regulation CPR 305/2011. Thus, the BIPV module is a prerequisite for the integrity of the building’s **functionality**.” [3]

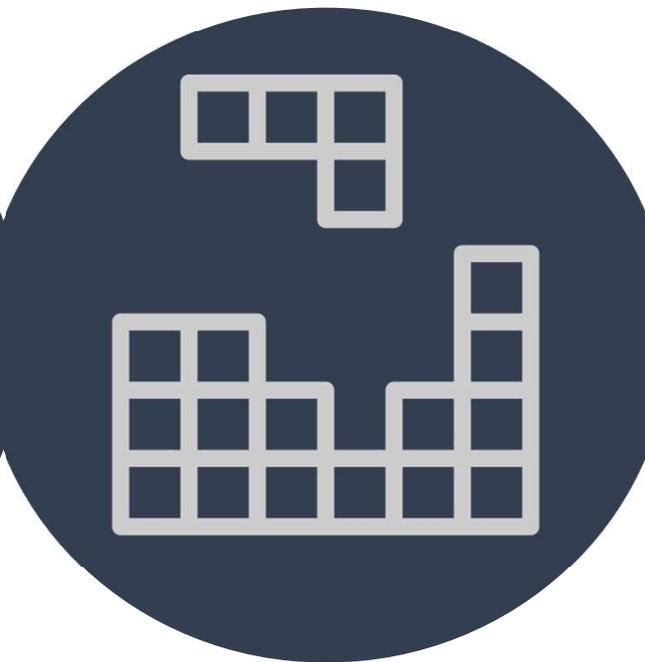
[2] Nallapaneni Manoj Kumar, K. Sudhakar, M. Samykano, *Performance comparison of BAPV and BIPV systems with c-Si, CIS and CdTe photovoltaic technologies under tropical weather conditions, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 13, 2019, 100374, <https://doi.org/10.1016/j.csite.2018.100374>.*

[3] EN 50583, *Parts 1 and 2, Photovoltaics in buildings*

Integrazione multilivello



Energia

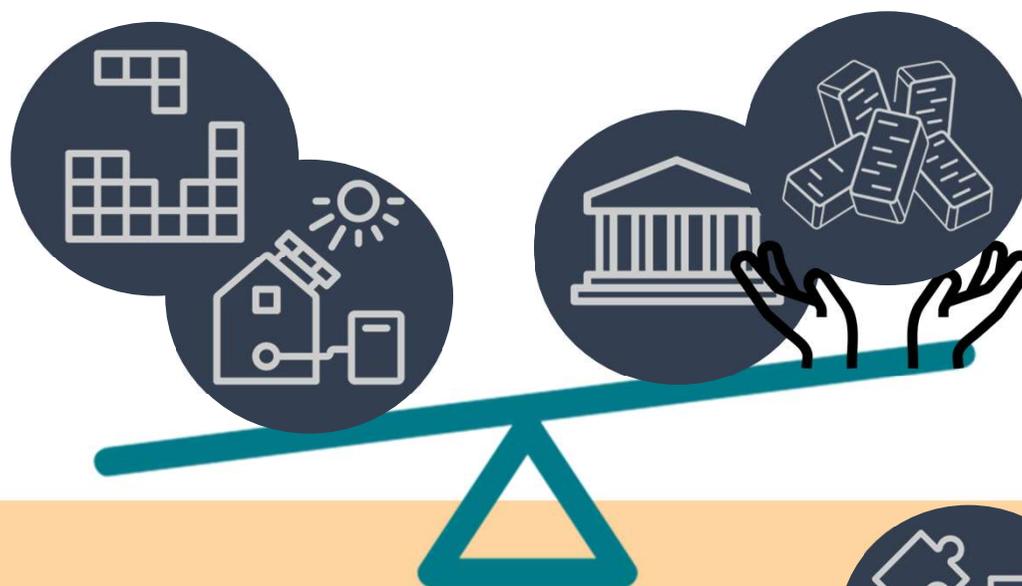


Funzionalità



Estetica

Equilibrio tra aspetti tecnici e aspetti estetici



Integrazione funzionale

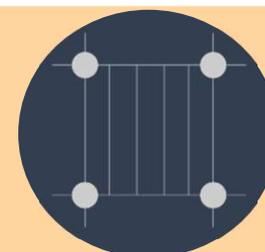


Compatibilità

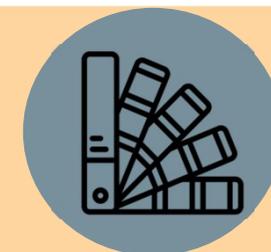


Reversibilità

Integrazione estetica



Uniformità



Colore



Chalet la Pedevilla – S. Vigilio di Marebbe, A.Adige



Edificio residenziale - Svizzera



Villa Castelli – Lago di Como



St. Silas Church - Pentonville

Contesto legislativo per la promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

Dlgs 28/2011 e Dlgs 199/2021, attuazione delle direttive 2009/28/CE e (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, che stabiliscono i vincoli di integrazione delle fonti rinnovabili nell'**Allegato 3**

Ambito di applicazione (rif. art.2 del Dlgs 28/2011)

- edifici di nuova costruzione
- edifici sottoposti a ristrutturazione rilevate
 - (i) edificio esistente avente superficie utile superiore a 1000 metri quadrati, soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro;
 - (ii) edificio esistente soggetto a demolizione e ricostruzione, anche in manutenzione straordinaria.

Vincoli normativi per la promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

Ambito di applicazione (Dlgs 28/2011)	Riferimento a contesti tutelati	Accesso agli incentivi	Obblighi di copertura consumi, tramite impianti alimentati da fonti rinnovabili (Dlgs 199/2021 All. 3)	Potenza elettrica impianti alimentati da fonti rinnovabili Dlgs 199/2021 (all. 3)
Edifici di nuova costruzione	Obblighi estesi agli edifici di cui all'art. 136 del decreto legislativo 22 gennaio 2001, n. 42, lettere b) e c) e a quelli specificamente individuati come tali negli strumenti urbanistici, ove non incompatibili con i vincoli di tutela e ferma restando l'acquisizione dei relativi atti di assenso	Accedono agli incentivi limitatamente alla quota eccedente quella necessaria per il rispetto degli obblighi di legge	Contemporaneamente: 60% consumi ACS e 60% consumi ACS + risc + raffr.	P= 0.05 S* [kW]
Edifici sottoposti a ristrutturazione rilevate*		Accedono agli incentivi, nel rispetto dei criteri e delle condizioni di accesso e cumulabilità stabilite da ciascun meccanismo.		P= 0.025 S* [kW]

N.B. L'impossibilità tecnica di ottemperare, in tutto o in parte, agli obblighi di integrazione sopra descritti, deve essere evidenziata dal progettista e dettagliata esaminando la non fattibilità di tutte le diverse opzioni tecnologiche disponibili.

* (i) edificio esistente con superficie utile superiore a 1000 m², soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro;

(ii) edificio esistente soggetto a demolizione e ricostruzione, anche in manutenzione straordinaria.

** S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno (in mq)

Incentivi per l'installazione di impianti PV

Detrazioni DL 83/2012 (e successive proroghe)	Detrazioni Superbonus 110% DL 34/2020
Detrazione del 50 % del costo dell'impianto, da detrarre in 10 anni	Detrazione del 110 % in 5 anni
	Massimale di 48000 € (2400 € /kWh)
	Possibilità di cessione del credito di imposta

Incentivi per la condivisione dell'energia

	Restituzione oneri di trasmissione 318/2020/R/eel ARERA	Incentivi per l'energia condivisa Decreto attuativo Mise settembre 2020	Remunerazione energia ceduta alla rete
Comunità energetiche rinnovabili CER	9 €/MWh	110 €/MWh	50 €/MWh
Autoconsumatori di energia rinnovabile che Agiscono collettivamente AUC	9 €/MWh	100 €/MWh	50 €/MWh

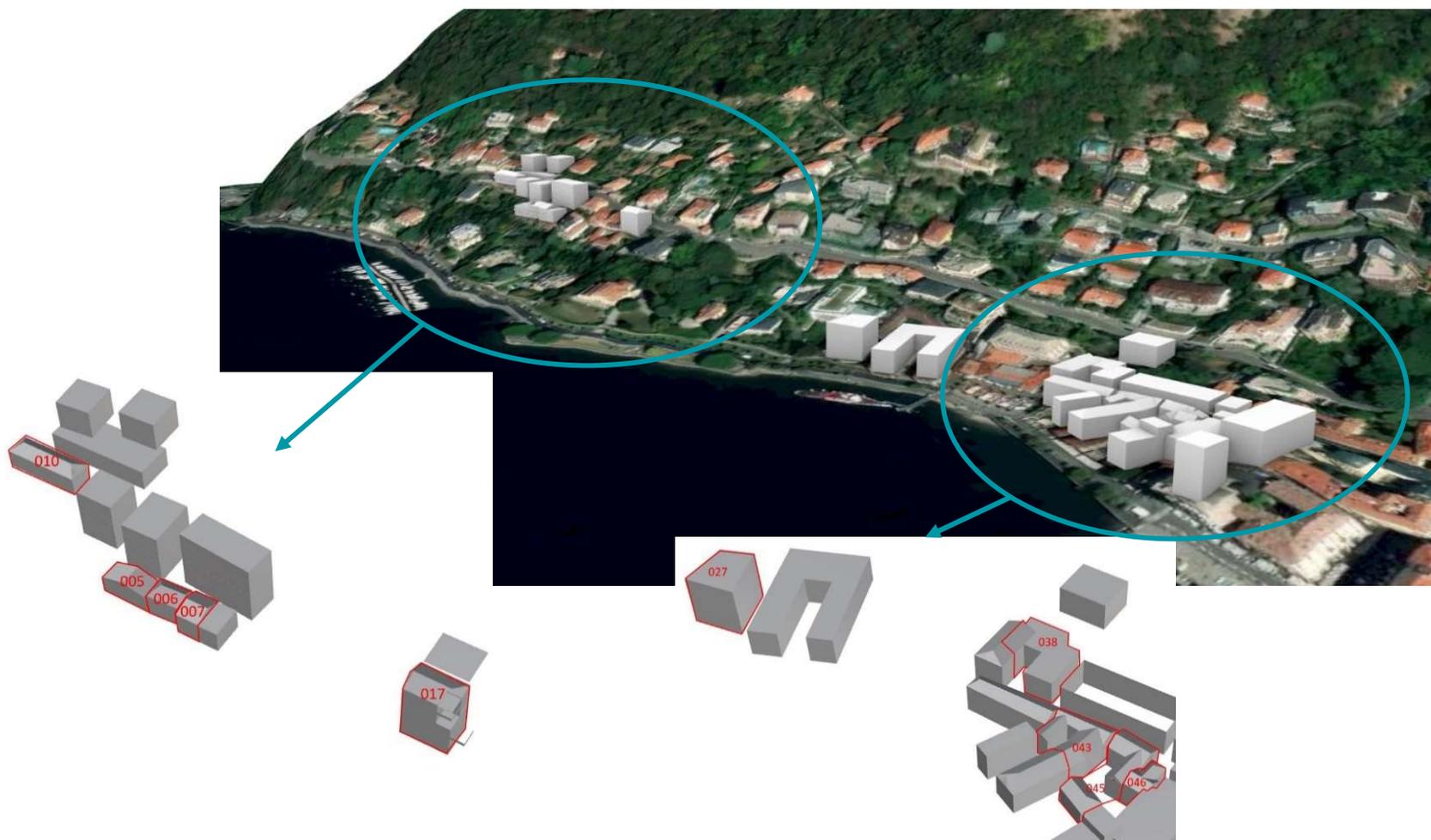


Obiettivo



Quantificare **l'impatto economico** di due diversi approcci di integrazione estetica su installazioni di impianti BIPV in edifici residenziali

Applicazione dei modelli economici ad installazioni PV in contesti tutelati: caso studio di Como





Approcci di integrazione

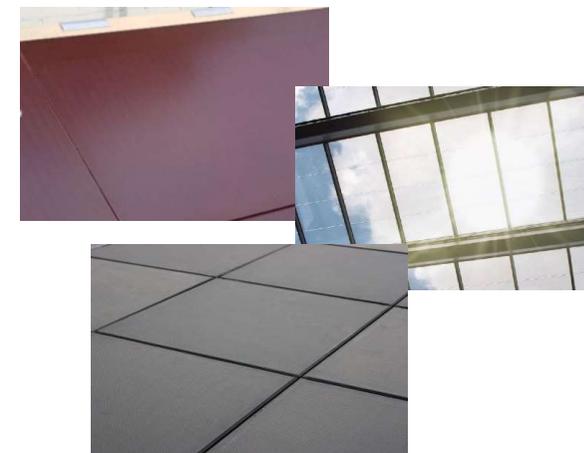
APPROCCIO INTEGRAZIONE 1: BIPV Standard

Componente dell'edificio	Tetto a falde	Tetto piano grigio	Facciate	Balaustre e tettoie	Finestre	Pavimentazioni esterne
Colore/ tipologia modulo FV	BIPV opaco nero	BIPV opaco nero	-	BIPV semitrasparente	-	BIPV opaco nero
Efficienza modulo FV	18 %	18 %	-	9 % *	-	18 %

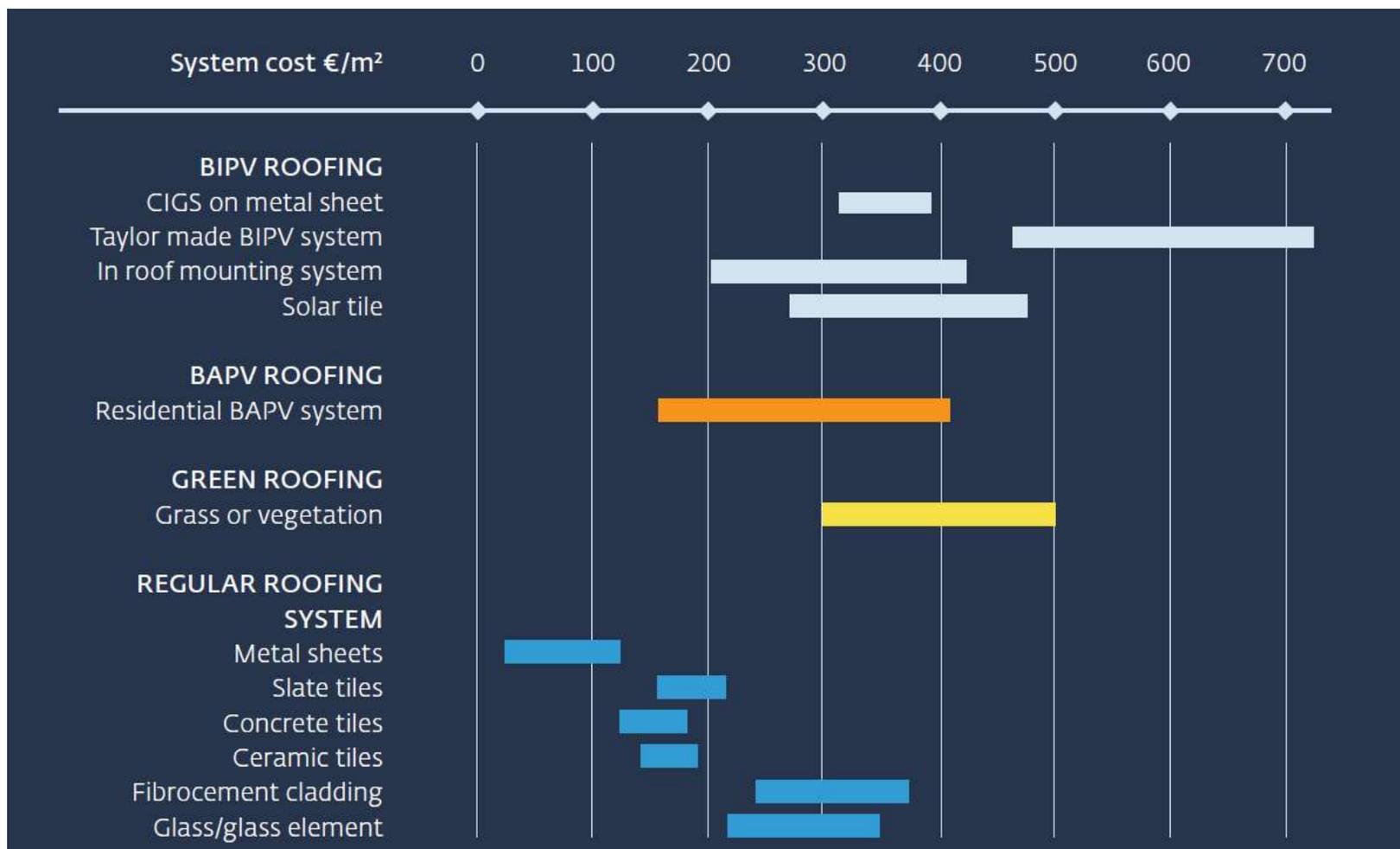


APPROCCIO INTEGRAZIONE 2: BIPV innovativo

Componente dell'edificio	Tetto a falde	Tetto piano grigio	Facciate	Balaustre e tettoie	Finestre	Pavimentazioni esterne
Colore/ tipologia modulo FV	Terracotta	Grigio basalto	Bianco Traffico	FV semitrasparente	FV semitrasparente	Grigio (PV walkable floor)
Efficienza modulo FV	13.6 %	12.5 %	11 %	3.4 %	2.8 %	12.5 %

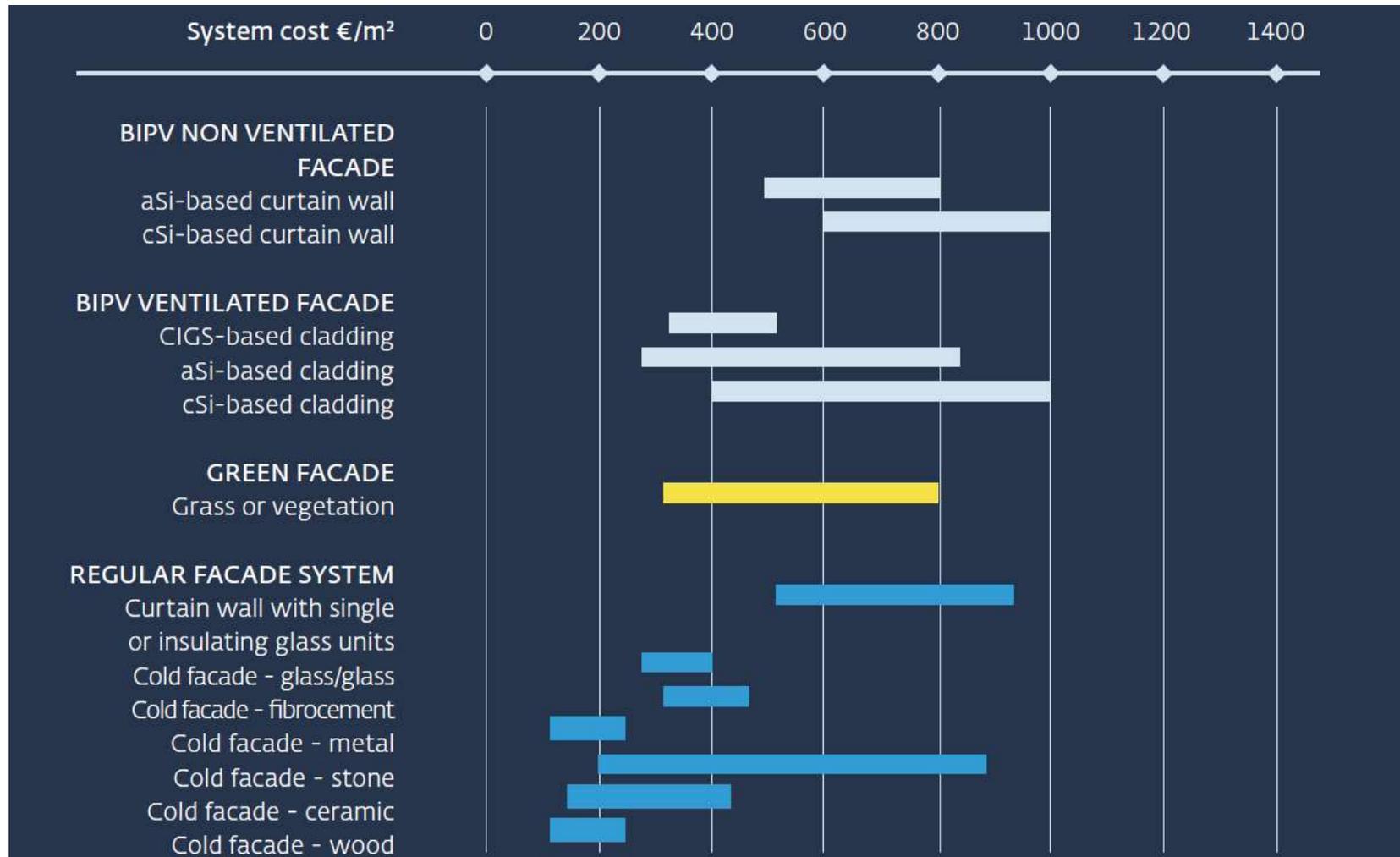


Costi a confronto per i sistemi tetto



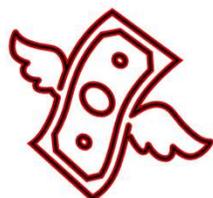
I costi riportati si intendono per soluzione di involucro completa, inclusi moduli BIPV, sistema di montaggio, componenti elettrici e installazione

Costi a confronto per i sistemi facciata



I costi riportati si intendono per soluzione di involucro completa, inclusi moduli BIPV, sistema di montaggio, componenti elettrici e installazione

Modello economico analizzato



Costo medio BIPV

- Approccio 1: 300 €/mq \approx 1750 €/kWp
- Approccio 2: 400 €/mq \approx 3100 €/kWp

Costo medio elemento di involucro
 sostituito = 40 €/mq

Capex

- Approccio 1: **260 €/mq \approx 1550 €/kWp**
- Approccio 2: **360 €/mq \approx 2800 €/kWp**

Opex
 2% del Capex



Incentivo per energia
 autoconsumata collettivamente
 dalle utenze private

111 €/MWh

+

Sconto in bolletta per energia
 autoconsumata per gli spazi
 comuni

223 €/MWh

+

Detrazione fiscale del 50% del
 Capex in 10 anni



Remunerazione
 dell'energia ceduta alle
 rete

50 €/MWh

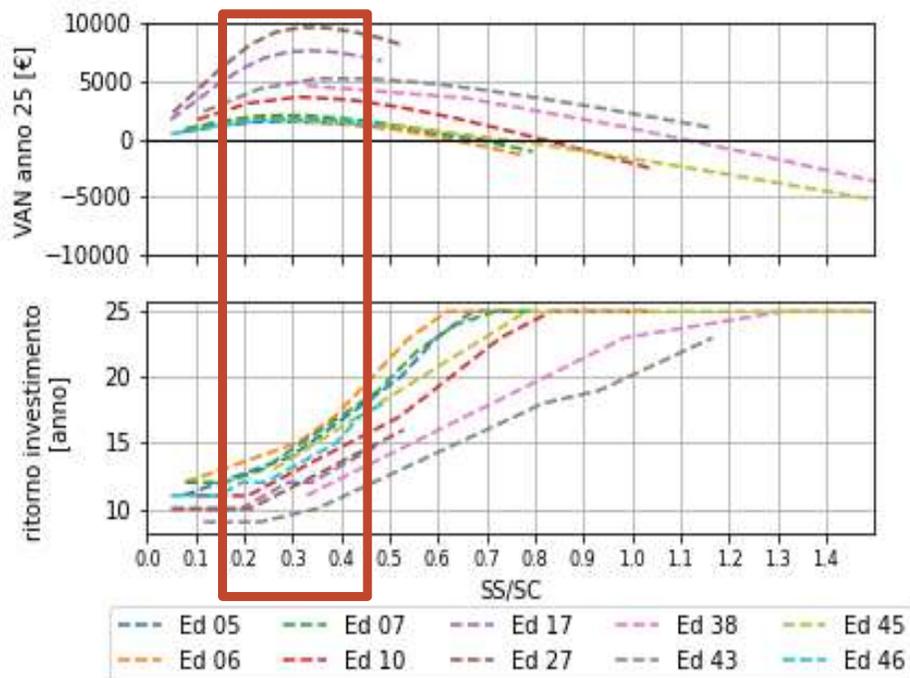
Approccio 1: BIPV standard

10 scenari di utilizzo delle superfici disponibili: dal 10 al 100%

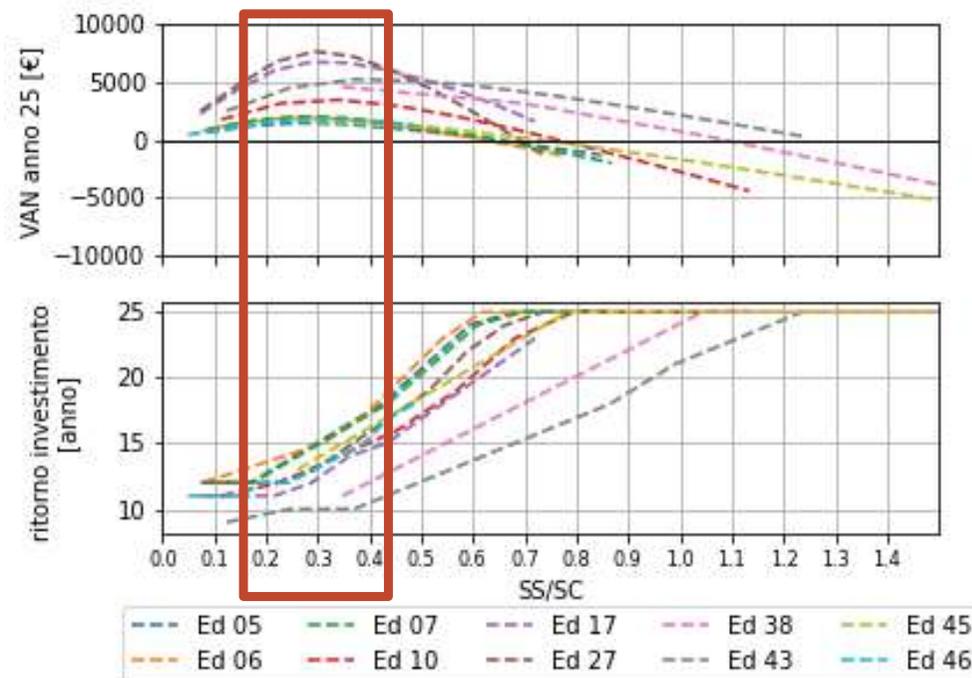
		Ed. 05	Ed. 06	Ed. 07	Ed. 10	Ed. 17	Ed. 27	Ed. 38	Ed. 43	Ed. 45	Ed. 46
Domanda	Carico elettrico [kWh]	9124	12428	12428	16867	32317	39278	16867	16867	9124	9124
CASO 1: Copertura	Max superficie disponibile [m ²]	45	67.5	67.5	112.5	96.75	126	315	105.75	157.5	29.25
	Max capacità disponibile [kWp]	8.1	12.15	12.15	20.25	17.415	22.68	56.7	19.035	28.35	5.27
	η_{media} [%]	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
CASO 2: Copertura + Balaustre e tettoie	Max superficie disponibile [m ²]	60.27	67.5	81.87	138.54	163.75	269.7	357.29	119.25	157.5	29.25
	Max capacità disponibile [kWp]	9.47	12.15	13.44	22.59	27.05	35.61	60.51	20.25	28.35	5.27
	η_{media} [%]	16%	18%	16%	16%	17%	13%	17%	17%	18%	18%

Risultati approccio 1: VAN e ritorno di investimento

Caso 1
Copertura BIPV standard



CASO 2
Copertura + tettoie e balaustre BIPV standard



$$\frac{SS}{SC} = \frac{\text{Energia Autoconsumata} + \text{Energia condivisa}}{\text{Carico elettrico annuale}} * \frac{\text{Energia prodotta annuale}}{\text{Energia Autoconsumata} + \text{Energia condivisa}} = \frac{\text{Energia prodotta annuale}}{\text{Carico elettrico annuale}}$$

Approccio 2: BIPV innovativo

10 scenari di utilizzo delle superfici disponibili:
 min 10 % - max 100%

		Ed. 05	Ed. 06	Ed. 07	Ed. 10	Ed. 17	Ed. 27	Ed. 38	Ed. 43	Ed. 45	Ed. 46
Domanda	Carico elettrico [kWh]	9124	12428	12428	16867	32317	39278	16867	16867	9124	9124
	Max superficie disponibile [m ²]	45	67.5	67.5	112.5	96.75	126	315	105.75	157.5	29.25
CASO 1: Copertura	Max capacità disponibile [kWp]	8.1	12.15	12.15	20.25	17.415	22.68	56.7	19.035	28.35	5.27
	η_{media} [%]	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	12.5%	12.7%	13.6%	13.6%	13.6%
CASO 2: Copertura + facciate	Max superficie disponibile [m ²]	90.77	67.50	90.96	416.24	290.93	347.05	416.30	243.00	166.84	35.18
	Max capacità disponibile [kWp]	9.71	9.18	10.48	44.62	30.18	27.23	46.82	28.45	21.68	4.17
	η_{media} [%]	10.7%	13.6%	11.5%	10.7%	10.4%	7.8%	11.2%	11.7%	13.0%	11.8%

Risultati approccio 2: VAN e ritorno di investimento

Caso 1

Copertura BIPV innovativo

CASO 2

Copertura + involucro



A quanto ammonta l'extracosto associato all'integrazione estetica degli impianti BIPV che usano **PV innovativo**?

SS/SC

--- Ed 05	--- Ed 07	--- Ed 17	--- Ed 38	--- Ed 45
--- Ed 06	--- Ed 10	--- Ed 27	--- Ed 43	--- Ed 46

SS/SC

--- Ed 05	--- Ed 07	--- Ed 17	--- Ed 38	--- Ed 45
--- Ed 06	--- Ed 10	--- Ed 27	--- Ed 43	--- Ed 46

$$\frac{SS}{SC} = \frac{\text{Energia Autoconsumata} + \text{Energia condivisa}}{\text{Carico elettrico annuale}} * \frac{\text{Energia prodotta annuale}}{\text{Energia Autoconsumata} + \text{Energia condivisa}} = \frac{\text{Energia prodotta annuale}}{\text{Carico elettrico annuale}}$$

Confronto tra i due approcci di integrazione – Caso 1

Potenza installata Caso 1 - Copertura



Extracosto a 25 anni associato all'integrazione estetica PV innovativo

161 €/mq di BIPV installato

11 €/mq di superficie calpestabile immobile

Tradizionale	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
Innovativo	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	12.5%	12.7%	13.6%



Confronto tra i due approcci di integrazione – Caso 1

Potenza installata Caso 2
 Copertura + facciate e balaustre

Max VAN (25 anni) approccio 1



Extracosto a 25 anni associato all'integrazione estetica PV innovativo

140 €/mq di BIPV installato

9 €/mq di superficie calpestabile immobile

Tr

Innovativo 13.6% 11.5% 10.7% 10.4% 7.8% 11.2% 11.7%

Ed 06 Ed 07 Ed 10 Ed 17 Ed 27 Ed 38 Ed 43

■ Standard ■ Innovativo ● Variazione [€/mq]

Conclusioni

- Metodologia per quantificare l'impatto economico dell'integrazione estetica del BIPV in contesti tutelati
- L'extracosto a 25 anni delle applicazioni BIPV + di **160 €/mq** per BIPV innovativo in copertura e di **140 €/mq** per BIPV innovativo in facciata
- Se riportiamo l'extracosto ottenuto al parametro della superficie calpestabile dell'edificio, l'extracosto risulta essere di **11 €/mq** per BIPV innovativo in copertura e di **9 €/mq** per BIPV innovativo in facciata



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Visita il sito

www.bipvmeetshistory.eu

Iscriviti alla nostra newsletter e seguici su



Operazione co-finanziata dall'Unione europea, Fondo Europeo di Sviluppo Regionale, dallo Stato Italiano, dalla Confederazione elvetica e dai Cantoni nell'ambito del Programma di Cooperazione Interreg V-A Italia-Svizzera