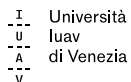


PiANificazione di cOmunità eneRgetiche AMbientalmente e pAesaggisticamente sostenibili **PLANung von umweltschOnenden und landschaftlich gerechten eRneuerbAren energieMeinschAften**



**PiANificazione di cOmunità eneRgetiche
AMbientalmente e pAesaggisticamente
sostenibili** **PLANung von
umweltschOnenden
und landschaftlich
gerechten eRneuerbAren
energiegeMeinschAften**

Programma Interreg VI-A Italia Austria 2021-2027
Interreg VI-A Programm Italien Österreich 2021-2027

PIANificazione di cOmunità eneRgetiche AMbientalmente e pAesaggisticamente sostenibili

Progetto PANORAMA n. ITAT-11-004

PIANung von umweltschOnenden und landschaftlich gerechten eRneuerbAren energiegeMeinschAften

Projekt PANORAMA n. ITAT-11-004

CUP: G23C23001800007

ISBN 979-12-5953-273-2 (cartaceo [papier](#))

ISBN 979-12-5953-397-5 (digitale [digital](#))

DOI 10.57623/979-12-5953-397-5

Curatori [Redaktion](#)

Massimiliano Condotta, Chiara Scanagatta, Damiana Chinese, Markus Biberacher, Stefano Savino

Con saggi di [Autoren von Aufsätzen](#)

Markus Biberacher, Giovanni Borgia, Giovanni Calore, Damiana Chinese, Massimiliano Condotta, Sabrina Reiter, Lisa Riefer, Stefano Savino,
Chiara Scanagatta, Marlee Wasserman, Elisa Zatta

Partner [Partner](#)

Università degli Studi di Udine

iSPACE plus

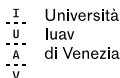
Università luav di Venezia

Consorzio BIM Piave

CML Srl

NIP Maniago - Consorzio Industriale

Ökostrombörse Salzburg



Editore [Herausgeber](#)

Anteferma Edizioni S.r.l.

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Prima edizione Luglio 2026 [Erstausgabe Juli 2026](#)

Progetto grafico [Grafisches Projekt](#) Margherita Ferrari

Copyright



Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 International

Diese Arbeit wird unter der Creative Commons License vertrieben Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International

Sommario Inhalt

Prefazione

Vorwort

10

1

Il progetto PANORAMA e il contesto socio energetico europeo e transfrontaliero

Das Projekt PANORAMA und der europäische sowie grenzübergreifende sozioenergetische Kontext

13

Elisa Zatta, Massimiliano Condotta

1.1 Il contesto della ricerca Der Forschungskontext

15

1.2 PANORAMA: obiettivi e risultati PANORAMA: Ziele und Ergebnisse

19

1.3 Il partenariato di PANORAMA Die Partnerschaft von PANORAMA

22

2

L'approccio multicriterio del progetto panorama

Der multikriterielle Ansatz des Projekts PANORAMA

29

Massimiliano Condotta, Elisa Zatta

3

Potenzialità del sistema Leistungsfähigkeit des Systems

37

Markus Biberacher, Lisa Riefer

- | | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Archiviazione dei dati e software utilizzato
Datenspeicherung und verwendete Software | 41 |
| 3.2 | Determinazione delle superfici dei tetti
Ableitung der Dachflächen | 43 |
| 3.3 | Calcolo del potenziale solare
Berechnung des Solarpotenzials | 49 |
| 3.4 | Modellizzazione dei parametri edilizi e del fabbisogno di energia elettrica
Modellierung von Gebäudeparametern und Strombedarf | 51 |
| 3.5 | Armonizzazione dei dati, qualità dei dati e collaborazione
Datenharmonisierung, Datenqualität und Zusammenarbeit | 53 |
| 3.6 | Prospettive: ulteriore sviluppo delle basi comuni in diversi strumenti
Ausblick: Weiterentwicklung der gemeinsamen Grundlagen in unterschiedlichen Werkzeugen | 55 |

Analisi costi-benefici di una Comunità Energetica. Strumento Excel-Python per la simulazione energetica, economica e ambientale delle CER

4

Kosten-Nutzen-Analyse einer Energiegemeinschaft. Excel-Python-Tool zur energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Simulation von CERs

57

Damiana Chinese, Stefano Savino, Marlee Wasserman

- | | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 4.1 | Input e output
Eingabe und Ausgabe | 61 |
| 4.2 | Costi
Kosten | 64 |

4.3	Vita utile Nutzungsdauer	65
4.4	Produttore Erzeuger	66
4.5	Consumatore Verbraucher	67
4.6	Prosumer Prosumer	70
4.7	Bilancio energetico della CER Energiebilanz der CER	72
4.8	Impatto ambientale in termini di emissioni di CO2 Umweltauswirkungen in Bezug auf CO2-Emissionen	74
4.9	Incentivi e tariffa premio Anreize und Prämientarif	76
4.10	Implementazione in ambiente Python Implementierung in Python-Umgebung	78

5

Data shaping di dati istituzionali per la classificazione energetica del patrimonio edilizio

Datengestaltung institutioneller Daten zur energetischen Klassifizierung des Gebäudebestands

83

Giovanni Borga, Marlee Wasserman

5.1	Dataset disponibili Verfügbare Datensätze	86
5.2	Procedura Verfahren	89

6

La matrice di integrazione ambientale del FV. Valutazione del rapporto tra sistemi tecnologici e contesto

Die Matrix der Umweltintegration von PV. Bewertung des Verhältnisses zwischen technologischen Systemen und Kontext

109

Chiara Scanagatta, Massimiliano Condotta

- | | | |
|-----|--|-----|
| 6.1 | La matrice di valutazione
Die Bewertungsmatrix | 113 |
| 6.2 | Struttura della matrice
Struktur der Matrix | 119 |
| 6.3 | Parametri, valori e coefficienti
Parameter, Werte und Koeffizienten | 122 |
| 6.4 | Applicazione ai casi pilota e calibrazione dei valori per lo specifico
contesto operativo
Anwendung auf die Pilotfälle und Kalibrierung der Werte für den
spezifischen operativen Kontext | 130 |

7

Il tool multicriterio. Interfaccia e funzionamento operativo

Das Simulations-Service für erneuerbare Energiegemeinschaften. Benutzeroberfläche und Funktionsweise

139

Lisa Riefer, Markus Biberacher, Chiara Scanagatta

- | | | |
|-----|---|-----|
| 7.1 | Accesso ai servizi di simulazione
Zugriff auf die Simulations-Services | 141 |
| 7.2 | Panoramica degli strumenti sviluppati
Überblick über die entwickelten Tools | 142 |
| 7.3 | Interfaccia utente comune
Gemeinsame Benutzeroberfläche | 144 |
| 7.4 | Lo strumento comune a entrambi i paesi: strumento di simulazione CER [AT]
Das gemeinsame Tool in beiden Ländern: EEG-/REC-Simulationstool [AT] | 146 |
| 7.5 | Strumento di simulazione CER a livello comunale
EEG-Simulationstool auf Gemeindeebene | 150 |

7.6	Lo strumento di integrazione paesaggistica Das Landschaftsintegrationstool	152
7.7	Scenari di applicazione del tool multicriterio Anwendungsszenarien des Simulations-Service für erneuerbare Energiegemeinschaften	159

8

Applicazione del tool multicriterio a Salisburgo

Anwendung des Simulations-Service für erneuerbare Energiegemeinschaften in Salzburg

163

Lisa Riefer, Sabrina Reiter, Markus Biberacher

8.1	Strumento di simulazione CER EEG-Simulationstool	166
8.2	Strumento di simulazione CER a livello comunale EEG-Simulationstool auf Gemeindeebenen	172
8.3	Valorizzazione e utilità pratica dei risultati del progetto Verwertung und praktischer Nutzen der Projektergebnisse	174

9

Applicazione del tool multicriterio in Italia.

Le aree pilota di Veneto e Friuli-Venezia Giulia

Anwendung des Multikriterien-Tools in Italien. Die Pilotgebiete von Venetien und Friaul-Julisch Venetien

177

Chiara Scanagatta, Stefano Savino, Damiana Chinese, Massimiliano Condotta,
Giovanni Calore

9.1	I casi studio italiani Die italienischen Fallstudien	179
9.2	Borgo Valbelluna	181
9.3	Pieve di Cadore	198
9.4	Maniago	206

9

Applicazione del tool multicriterio in Italia.

Le aree pilota di Veneto e Friuli-Venezia Giulia

Anwendung des Simulations- Service für erneuerbare Energiegemeinschaften in Italien.

Die Pilotgebiete von Venetien und Friaul-
Julisch Venetien

Chiara Scanagatta
Stefano Savino
Damiana Chinese
Massimiliano Condotta
Giovanni Calore



9.1 I casi studio italiani

Die italienischen Fallstudien

Di seguito viene illustrata l'applicazione degli approcci teorici e degli strumenti descritti nei precedenti capitoli utilizzando come esempio le aree pilota italiane di Veneto e Friuli-Venezia Giulia. Si approfondisce in particolare lo strumento di simulazione CER [IT] e lo strumento di integrazione paesaggistica (strumenti n. 3 e 4 della tabella 01 nel capitolo 7). Sulla base di scenari esemplificativi localizzati nei comuni di Borgo Valbelluna e Pieve di Cadore, in provincia di Belluno, e del comune di Maniago, in provincia di Pordenone, viene mostrato come selezionare edifici e superfici di tetto, per analizzare e valutare i potenziali energetici che ne derivano, i costi di installazione e il livello di integrazione paesaggistica.

Im Folgenden wird die Anwendung der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen theoretischen Ansätze und Instrumente am Beispiel der italienischen Pilotgebiete Venetien und Friaul-Julisch Venetien veranschaulicht. Insbesondere werden das CER-Simulationswerkzeug [IT] (Erneuerbare Energiegemeinschaften) und das Werkzeug zur Landschaftsintegration (Werkzeuge Nr. 3 und 4 aus Tabelle 01 in Kapitel 7) vertieft. Auf der Grundlage von Beispielszenarien in den Gemeinden Borgo Valbelluna und Pieve di Cadore in der Provinz Belluno sowie der Gemeinde Maniago in der Provinz Pordenone wird gezeigt, wie Gebäude und Dachflächen ausgewählt werden, um die daraus resultierenden Energiepotenziale, die Installationskosten und den Grad der Landschaftsintegration zu analysieren und zu bewerten.

9.1.1 Il caso studio della provincia di Belluno

Nell'area pilota di Belluno sono state identificate due municipalità per effettuare le simulazioni: Borgo Valbelluna e Pieve di Cadore. Successivamente, si è ristretta l'area di analisi alle due frazioni di Villa di Villa e Tai di Cadore. Per ognuna delle due aree, gli edifici sono stati selezionati secondo due distinti criteri: massimizzazione della resa energetica attraverso la selezione di edifici dotati di falde con esposizione ottimale a Sud, o possibilità degli edifici di installare i nuovi sistemi di produzione da FER secondo i criteri di integrazione paesaggistica presentati nel precedente capitolo 7. Per garantire la comparabilità delle due casistiche si è scelto come valore comune i m² di copertura considerati.

9.1.2 Il caso studio della provincia di Pordenone

Nell'area pilota del Friuli-Venezia Giulia l'analisi si è concentrata sul Comune di Maniago, in provincia di Pordenone. A differenza delle simulazioni svolte nel bellunese, si è scelto di identificare una singola ipotetica CER da valutare. Non è stato pertanto necessario verificare la superficie complessiva delle falde poiché si sono testati diversi scenari sul medesimo gruppo di edifici.

9.1.1 Die Fallstudie der Provinz Belluno

Im Pilotgebiet Belluno wurden zwei Gemeinden für die Durchführung der Simulationen identifiziert: Borgo Valbelluna und Pieve di Cadore. Anschließend wurde das Untersuchungsgebiet auf die zwei Ortsteile Villa di Villa und Tai di Cadore eingegrenzt. Für jedes der beiden Gebiete wurden die Gebäude nach zwei unterschiedlichen Kriterien ausgewählt: Maximierung des Energieertrags durch die Auswahl von Gebäuden mit optimal nach Süden ausgerichteten Dachflächen oder die Möglichkeit der Gebäude, neue Erzeugungssysteme aus erneuerbaren Energiequellen (EE) gemäß den im vorherigen Kapitel 7 vorgestellten Kriterien der Landschaftsintegration zu installieren. Um die Vergleichbarkeit der beiden Fälle zu gewährleisten, wurde die berücksichtigte Dachfläche in Quadratmetern (m²) als gemeinsamer Wert gewählt.

9.1.2 Die Fallstudie der Provinz Pordenone

Im Pilotgebiet Friaul-Julisch Venetien konzentrierte sich die Analyse auf die Gemeinde Maniago in der Provinz Pordenone. Im Gegensatz zu den in der Region Belluno durchgeführten Simulationen wurde hier eine einzige hypothetische Energiegemeinschaft (CER) zur Bewertung ausgewählt. Es war daher nicht erforderlich, die Gesamtoberfläche der Dachseiten zu überprüfen, da verschiedene Szenarien an derselben Gebäudegruppe getestet wurden.

9.2 Borgo Valbelluna

La simulazione svolta all'interno del comune di Borgo Valbelluna ha visto l'analisi di due aree distinte della frazione di Villa di Villa: si sono valutati degli edifici siti in una zona rurale e altri localizzati in area urbana. Gli edifici confrontati sono di tipo residenziale o magazzini/stalle. In totale si sono selezionati:

- 16 edifici in area rurale, di cui:
 - 7 con esposizione ottimale delle falde (figura 01);
 - 9 identificati in base a criteri di integrazione (figura 02);
- 30 edifici in area urbana, di cui:
 - 22 con esposizione ottimale delle falde (figura 03);
 - 8 identificati in base a criteri di integrazione (figura 04).

Die in der Gemeinde Borgo Valbelluna durchgeführte Simulation umfasste die Analyse von zwei verschiedenen Gebieten des Ortsteils Villa di Villa: Es wurden Gebäude in einem ländlichen Gebiet sowie Gebäude in einem städtischen Gebiet untersucht. Die verglichenen Gebäude sind entweder Wohngebäude oder Lagerhallen/Ställe. Insgesamt wurden ausgewählt:

- 16 Gebäude im ländlichen Raum, davon:
 - 7 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen (Abbildung 01);
 - 9 identifiziert auf Basis von Integrationskriterien (Abbildung 02);
- 30 Gebäude im städtischen Raum, davon:
 - 22 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen (Abbildung 03);
 - 8 identifiziert auf Basis von Integrationskriterien (Abbildung 04).

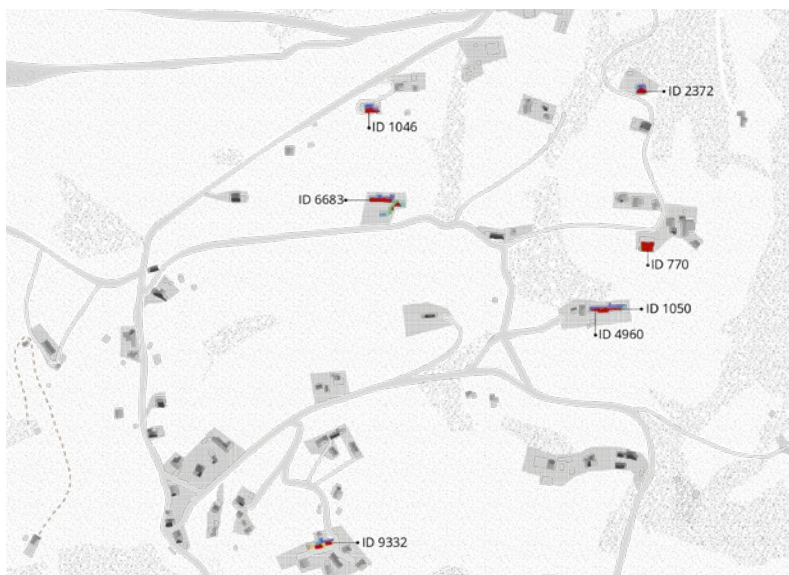


Fig. 01 Edifici di Villa di Villa, in zona rurale, selezionati in base all'esposizione ottimale delle falde

Abb. 01 Gebäude von Villa di Villa im ländlichen Raum, ausgewählt nach optimaler Ausrichtung der Dachflächen

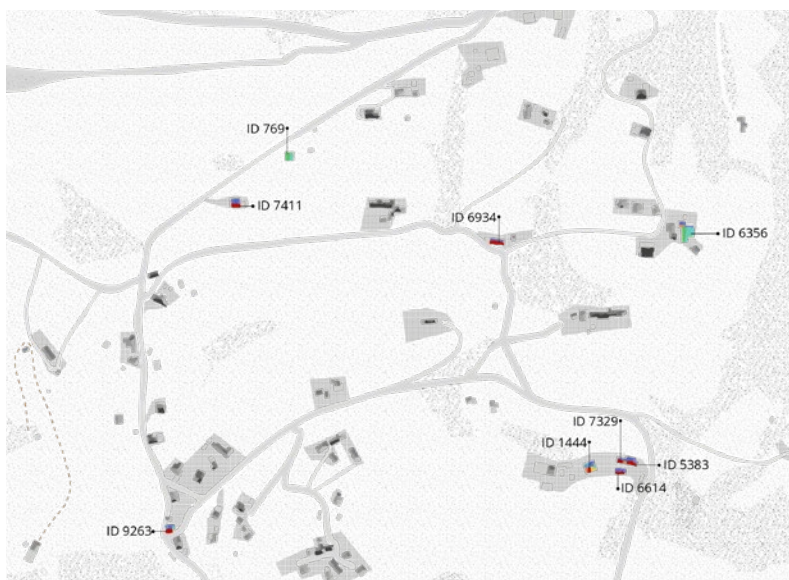


Fig. 02 Edifici di Villa di Villa, in zona rurale, scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica

Abb. 02 Gebäude von Villa di Villa im ländlichen Raum, ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN



Fig. 03 Edifici di Villa di Villa, in zona urbana, selezionati in base all'esposizione ottimale delle falde
Abb. 03 Gebäude von Villa di Villa im städtischen Raum, ausgewählt nach optimaler Ausrichtung der Dachflächen



Fig. 04 Edifici di Villa di Villa, in zona urbana, scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica
Abb. 04 Gebäude von Villa di Villa im städtischen Raum, ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

9.2.1 Strumento di simulazione CER [IT]

Mediante lo strumento di simulazione CER [IT], sono state analizzate le due comunità energetiche in area rurale e le due in area urbana. Per ciascuna di esse sono state individuate le falde di tetto destinate all'installazione di pannelli fotovoltaici. Le aree delle falde individuate all'interno dell'interfaccia Lizmap sono state opportunamente ridotte nel caso dei pannelli colorati, al fine di modellare la riduzione dell'efficienza di conversione.

Le quattro comunità sono risultate così composte, in termini di tipologie di edifici:

- 16 edifici in area rurale, di cui:
 - 7 con esposizione ottimale delle falde: 6 edifici residenziali, per un totale di 19 unità abitative, e un magazzino/rimessa a consumo nullo;
 - 9 identificati in base a criteri di integrazione, tutti residenziali, per un totale di 24 unità abitative.
- 30 edifici in area urbana, di cui:
 - 22 con esposizione ottimale delle falde, tutti residenziali, per un totale di 84 unità abitative;
 - 8 identificati in base a criteri di integrazione, tutti residenziali, per un totale di 29 unità abitative.

I risultati dello strumento di simulazione, definiti nella sezione 4.11 del capitolo 4, sono presentati mediante una tabella e attraverso l'andamento dei flussi energetici nel giorno medio annuale per ciascuna comunità. I risultati relativi alla CER in area rurale sono mostrati in figura 05 per la comunità con edifici scelti in base all'esposizione ottimale e in figura 06 per la comunità con edifici scelti in base a criteri di integrazione.

9.2.1 CER-Simulationswerkzeug [IT]

Mithilfe des CER-Simulationswerkzeugs [IT] wurden die zwei Energiegemeinschaften im ländlichen Raum und die zwei im städtischen Raum analysiert. Für jede von ihnen wurden die für die Installation von Photovoltaikanlagen vorgesehenen Dachflächen identifiziert. Die innerhalb der Lizmap-Schnittstelle ermittelten Dachflächen wurden im Fall von farbigen Modulen entsprechend reduziert, um die Verringerung des Umwandlungswirkungsgrads zu modellieren.

Hinsichtlich der Gebäudetypen setzen sich die vier Gemeinschaften wie folgt zusammen:

- 16 Gebäude im ländlichen Raum, davon:
 - 7 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen: 6 Wohngebäude mit insgesamt 19 Wohneinheiten und ein Lager/Schuppen mit Nullverbrauch;
 - 9 auf Basis von Integrationskriterien identifiziert, alle als Wohngebäude genutzt, mit insgesamt 24 Wohneinheiten.
- 30 Gebäude im städtischen Raum, davon:
 - 22 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen, alle als Wohngebäude genutzt, mit insgesamt 84 Wohneinheiten;
 - 8 auf Basis von Integrationskriterien identifiziert, alle als Wohngebäude genutzt, mit insgesamt 29 Wohneinheiten.

Die Ergebnisse des Simulationswerkzeugs, welche in Abschnitt 4.11 von Kapitel 4 definiert sind, werden mittels einer Tabelle und durch den Verlauf der Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für jede Gemeinschaft dargestellt. Die Ergebnisse für die ländliche Energiegemeinschaft (CER) sind in Abbildung 05 für die Gemeinschaft mit optimal ausgerichteten Gebäuden und in Abbildung 06 für die Gemeinschaft mit nach Integrationskriterien ausgewählten Gebäuden dargestellt.

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

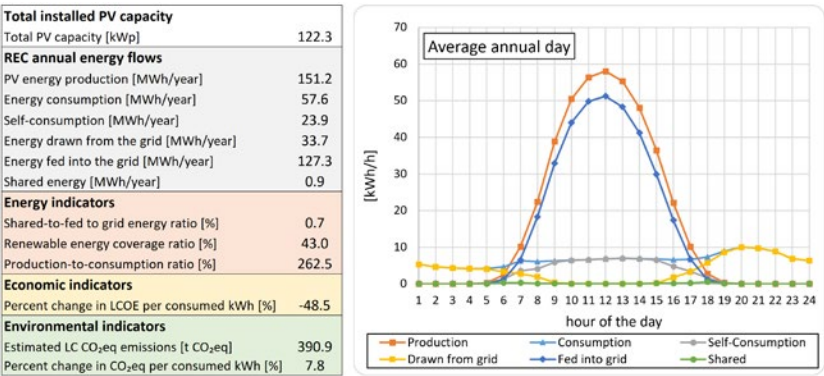


Fig. 05 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Villa di Villa in zona rurale, con edifici scelti in base a criteri di esposizione ottimale delle falde
Abb. 05 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Villa di Villa im ländlichen Raum, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der optimalen Ausrichtung der Dachflächen

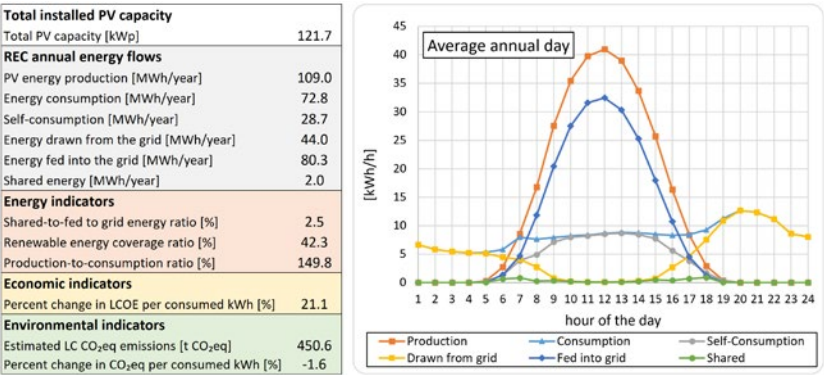


Fig. 06 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Villa di Villa in zona rurale, con edifici scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica
Abb. 06 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Villa di Villa im ländlichen Raum, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

Come si può osservare, la capacità installata è sostanzialmente la medesima in entrambe le comunità, data l'analoga superficie di tetto disponibile. Come era lecito attendersi, la produzione risulta inferiore per la comunità definita in base ai criteri di integrazione, poiché le esposizioni non sono tutte ottimali e l'efficienza dei pannelli colorati o trasparenti risulta inferiore.

In entrambi i casi, la produzione risulta sovrabbondante rispetto al consumo e la quota di energia condivisa è estremamente ridotta, poiché prevale l'autoconsumo diretto delle utenze domestiche. Il rapporto produzione/consumo risulta superiore al 100%, a fronte di un indice di copertura da energia rinnovabile dell'ordine del 40%. Questo indica un sovradimensionamento della copertura fotovoltaica rispetto alle esigenze della comunità, un problema spesso riscontrato anche nelle comunità energetiche reali.

Nel caso della comunità in zona rurale con edifici scelti in base a criteri di esposizione, il costo dell'energia si riduce di quasi il 50% grazie all'autoconsumo e alla vendita del surplus prodotto. Nel caso della comunità in zona rurale con edifici scelti in base a criteri di integrazione, invece, il costo dell'energia aumenta a causa del maggior costo dei pannelli e della loro minore produzione.

In entrambi i casi, la riduzione delle emissioni di CO₂_{eq} associate alla copertura del fabbisogno elettrico della comunità è limitata o addirittura negativa, ovvero si registra un aumento delle emissioni di CO₂_{eq}. Ciò è dovuto al sovradimensionamento della capacità fotovoltaica, e quindi alla CO₂_{eq} associata alla produzione dei pannelli e dei componenti ausiliari, rispetto agli effettivi consumi della comunità.

I risultati relativi alla CER in area urbana sono mostrati in figura 07 per la comunità con edifici scelti in base all'esposizione ottimale e in figura 08 per la comunità con edifici scelti in base a criteri di integrazione.

Wie zu beobachten ist, ist die installierte Kapazität in beiden Gemeinschaften aufgrund der identischen verfügbaren Dachfläche im Wesentlichen gleich. Wie zu erwarten war, fällt die Produktion bei der nach Integrationskriterien definierten Gemeinschaft geringer aus, da nicht alle Ausrichtungen optimal sind und der Wirkungsgrad der farbigen oder transparenten Module niedriger ist.

In beiden Fällen ist die Produktion im Verhältnis zum Verbrauch übermäßig hoch und der Anteil der gemeinsam genutzten Energie extrem gering, da der direkte Eigenverbrauch der Haushaltskunden überwiegt. Das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch liegt über 100 %, bei einem Deckungsgrad durch erneuerbare Energien im Bereich von 40 %. Dies deutet auf eine Überdimensionierung der Photovoltaikanlagen im Vergleich zum Bedarf der Gemeinschaft hin – ein Problem, das häufig auch in realen Energiegemeinschaften anzutreffen ist.

Im Fall der ländlichen Gemeinschaft mit nach Ausrichtungskriterien ausgewählten Gebäuden sinken die Energiekosten dank des Eigenverbrauchs und des Verkaufs des erzeugten Überschusses um fast 50 %. Bei der ländlichen Gemeinschaft mit nach Integrationskriterien ausgewählten Gebäuden steigen die Energiekosten hingegen aufgrund der höheren Kosten für die Paneele und deren geringerer Produktion.

In beiden Fällen ist die Reduzierung der CO₂_{eq}-Emissionen, die mit der Deckung des Strombedarfs der Gemeinschaft verbunden sind, gering oder sogar negativ, d. h. es ist ein Anstieg der CO₂_{eq}-Emissionen zu verzeichnen. Dies ist auf die Überdimensionierung der Photovoltaikkapazität und somit auf die mit der Herstellung der Paneele und Hilfskomponenten verbundenen CO₂_{eq}-Emissionen im Vergleich zum tatsächlichen Verbrauch der Gemeinschaft zurückzuführen.

Die Ergebnisse für die städtische Energiegemeinschaft (CER) sind in Abbildung 07 für die Gemeinschaft mit optimal ausgerichteten Gebäuden und in Abbildung 08 für die Gemeinschaft mit nach Integrationskriterien ausgewählten Gebäuden dargestellt.

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

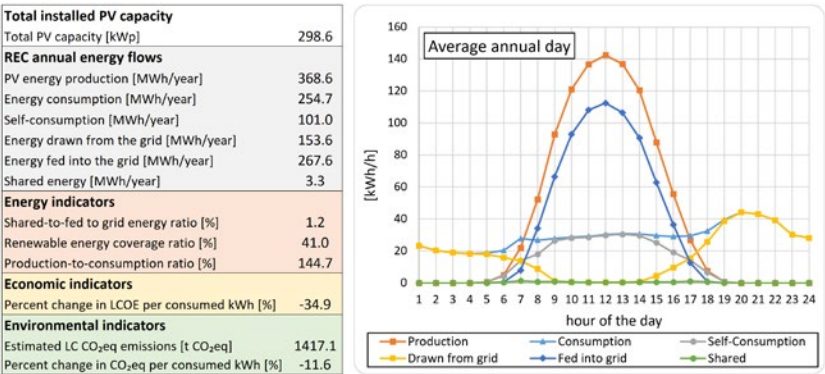


Fig. 07 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Villa di Villa in zona urbana, con edifici scelti in base a criteri di esposizione ottimale delle falde

Abb. 07 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Villa di Villa im städtischen Raum, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der optimalen Ausrichtung der Dachflächen

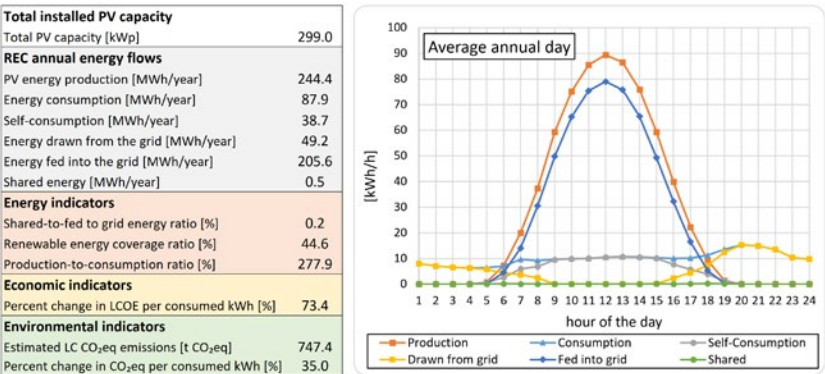


Fig. 08 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Villa di Villa in zona urbana, con edifici scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica

Abb. 08 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Villa di Villa im städtischen Raum, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

Anche per queste due CER urbane si possono formulare considerazioni analoghe a quelle già espresse per le CER rurali. La capacità installata è sostanzialmente la medesima e la produzione risulta inferiore per la comunità definita in base ai criteri di integrazione. Si tratta di comunità a composizione prevalentemente residenziale, in cui tutti i profili di consumo orario sono analoghi e la produzione fotovoltaica eccede ampiamente i fabbisogni. Di conseguenza, la componente condivisa è limitata e prevalgono l'autoconsumo e la vendita della produzione in eccesso.

Nel caso della comunità in zona urbana con edifici scelti in base a criteri di esposizione, il costo dell'energia si riduce di quasi il 35%. Nel caso della comunità in zona urbana con edifici scelti in base a criteri di integrazione, invece, il costo dell'energia aumenta sensibilmente a causa del maggior costo dei pannelli e della potenza installata nettamente superiore al fabbisogno.

Come si è già osservato, questa situazione riflette condizioni che si verificano spesso anche nelle comunità reali, alle quali partecipano prevalentemente prosumer e non semplici consumatori. La partecipazione di questi ultimi incrementerebbe la frazione di energia condivisa. A titolo di esempio, si consideri la comunità di Villa di Villa in zona urbana, con edifici scelti in base a criteri di esposizione ottimale, ma con l'aggiunta di ulteriori 84 unità abitative di semplici consumatori. Raddoppiando di fatto i consumi, a parità di capacità fotovoltaica installata, si ottengono i risultati mostrati in figura 09.

Come si può vedere dal confronto con i risultati riportati in figura 09, la quota di energia condivisa aumenta sensibilmente, portandosi a circa il 34%, con un conseguente incremento della remunerazione derivante dalla tariffa premio. La riduzione del costo dell'energia cala dal 35% circa al 29% circa, poiché, avendo aumentato il numero di utilizzatori ma non la capacità di produzione, diminuisce la percentuale di copertura da energia rinnovabile. Si noti che questa nuova configurazione

Auch für diese beiden städtischen CER können ähnliche Überlegungen angestellt werden wie für die ländlichen Gemeinschaften. Die installierte Kapazität ist im Wesentlichen gleich und die Produktion ist bei der nach Integrationskriterien definierten Gemeinschaft geringer. Es handelt sich um Gemeinschaften mit einer überwiegend residenziellen Zusammensetzung, bei denen alle stündlichen Verbrauchsprofile ähnlich sind und die Photovoltaik-Erzeugung den Bedarf weit übersteigt. Infolgedessen ist die gemeinsam genutzte Komponente begrenzt, und der Eigenverbrauch sowie der Verkauf überschüssiger Erzeugung überwiegen.

Im Fall der städtischen Gemeinschaft mit nach Ausrichtungskriterien ausgewählten Gebäuden sinken die Energiekosten um fast 35 %. Bei der städtischen Gemeinschaft mit nach Integrationskriterien ausgewählten Gebäuden steigen die Energiekosten hingegen aufgrund der höheren Kosten der Module und einer installierten Leistung, die weit über dem tatsächlichen Bedarf liegt, erheblich an.

Wie bereits erwähnt, spiegelt diese Situation Bedingungen wider, die in realen Energiegemeinschaften häufig vorkommen, an denen hauptsächlich Prosumer und nicht reine Verbraucher beteiligt sind. Die Teilnahme Letzterer würde den Anteil der gemeinsam genutzten Energie erhöhen. Als Beispiel sei die Gemeinschaft von Villa di Villa im städtischen Raum genannt, deren Gebäude nach optimalen Ausrichtungskriterien ausgewählt wurden, jedoch unter Hinzufügung weiterer 84 Wohneinheiten reiner Verbraucher. Durch die faktische Verdoppelung des Verbrauchs bei gleichbleibender installierter Photovoltaikkapazität werden die in Abbildung 09 dargestellten Ergebnisse erzielt.

Aus dem Vergleich mit den in Abbildung 09 dargestellten Ergebnissen wird ersichtlich, dass der Anteil der gemeinsam genutzten Energie erheblich auf etwa 34 % ansteigt, was zu einer Erhöhung der Vergütung aus dem Prämientarif führt. Die Reduzierung der Energiekosten sinkt von rund 35 % auf rund 29 %, da sich der Deckungsgrad durch erneuerbare Energien verringert,

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

non ha effetto sull'integrazione paesaggistica, perché non vi è installazione di pannelli fotovoltaici per i consumatori puri.

weil die Anzahl der Nutzer, nicht aber die Produktionskapazität gestiegen ist. Es ist anzumerken, dass diese neue Konfiguration keine Auswirkungen auf die Landschaftsintegration hat, da für die reinen Verbraucher keine Photovoltaikanlagen installiert werden.

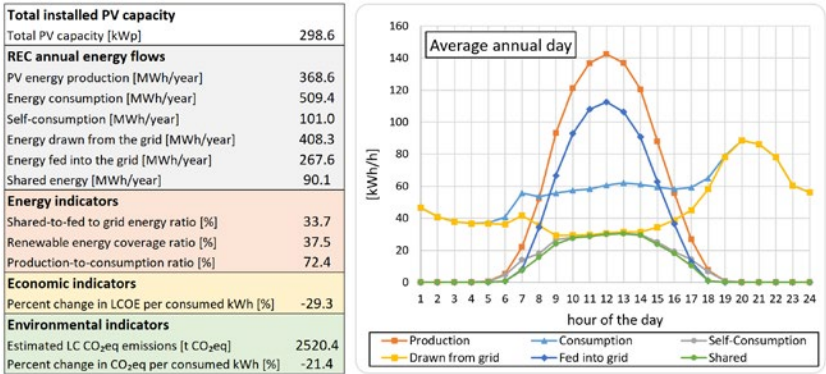


Fig. 09 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Villa di Villa in zona urbana, con edifici scelti in base a criteri di esposizione ottimale delle falde e 84 ulteriori utenze domestiche di consumatori

Abb. 09 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Villa di Villa im städtischen Raum, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der optimalen Ausrichtung der Dachflächen und 84 zusätzlichen Haushaltskunden als reinen Verbrauchern

Nello strumento di simulazione CER [IT], i semplici consumatori possono essere aggiunti selezionando una falda di tetto dell'edificio di interesse e impostando a zero l'area della falda stessa. In questo modo, l'edificio viene considerato nel calcolo dei consumi, ma non concorre alla capacità fotovoltaica installata.

Im CER-Simulationswerkzeug [IT] können reine Verbraucher hinzugefügt werden, indem eine Dachfläche des betreffenden Gebäudes ausgewählt und die Fläche dieser Dachseite auf Null gesetzt wird. Auf diese Weise wird das Gebäude bei der Verbrauchsberechnung berücksichtigt, trägt jedoch nicht zur installierten Photovoltaikkapazität bei.

9.2.2 Strumento di integrazione paesaggistica

Come prima attività propedeutica all'utilizzo dello strumento di integrazione paesaggistica è stato necessario definire quelle che erano le caratteristiche degli edifici selezionati, del contesto e di posizione dei sistemi tecnologici da installare. Per fare ciò è stata compilata una tabella che replica l'interfaccia dello strumento online. Le voci relative alla posizione e alla colorazione del FV si sono inizialmente lasciate in bianco in quanto sono quelle che definiscono i diversi scenari per la valutazione.

In seguito, sono state stabilite le alternative legate a "posizionamento FV" e "colorazione FV" per definire gli scenari di comparazione.

In termini di "posizionamento FV", il criterio adottato è stato quello di indicare "falda intera" per gli edifici della casistica "esposizione ottimale", mentre per quelli "selezionati secondo criteri di integrazione paesaggistica" si è optato per l'opzione di "tetto intero".

A queste scelte è stato poi abbinato il cromatismo relativo ai sistemi tecnologici di nuova installazione. Per gli edifici con "esposizione ottimale" il pannello FV considerato, indipendentemente da caratterizzazione di contesto e edificio, è quello con cromatismo "Blu": questa scelta era volta a identificare lo scenario attualmente più applicato, con la presenza di pannelli FV con maggiore prestazione in termini di potenza di picco. Per gli edifici con maggiore possibilità di integrazione si sono scelti i colori sulla base del cromatismo della copertura e del contesto: tale scelta era volta a valutare lo scenario di maggiore integrazione paesaggistica.

La tabella 01 riporta i dati inseriti per la zona rurale di Villa di Villa, mentre la tabella 02 presenta i dati per la zona urbana. Entrambe le tabelle sono compilate con l'indicazione dei pannelli FV colorati. Entrambe le tabelle replicano le informazioni richieste dall'interfaccia dello strumento.

9.2.2 Werkzeug zur Landschaftsintegration

Als erste vorbereitende Maßnahme für die Nutzung des Werkzeugs zur Landschaftsintegration war es notwendig, die Merkmale der ausgewählten Gebäude, des Kontexts und der Positionierung der zu installierenden technologischen Systeme zu definieren. Zu diesem Zweck wurde eine Tabelle erstellt, die die Benutzeroberfläche des Online-Tools nachbildet. Die Einträge bezüglich Positionierung und Farbgestaltung der PV-Anlagen wurden zunächst freigelassen, da sie diejenigen Variablen darstellen, welche die verschiedenen Bewertungsszenarien definieren.

Anschließend wurden die Alternativen für „PV-Positionierung“ und „PV-Farbgestaltung“ festgelegt, um die Vergleichsszenarien zu definieren. Hinsichtlich der „PV-Positionierung“ bestand das angewandte Kriterium darin, für die Gebäude des Szenarios „optimale Ausrichtung“ „gesamte Dachseite“ anzugeben, während für die Gebäude, die „nach Kriterien der Landschaftsintegration ausgewählt“ wurden, die Option „gesamtes Dach“ gewählt wurde.

Diese Entscheidungen wurden dann mit der Farbgestaltung der neu zu installierenden technologischen Systeme kombiniert. Für Gebäude mit „optimaler Ausrichtung“ wurde unabhängig von den Kontext- und Gebäudemerkmalen das PV-Modul mit der Farbgestaltung „Blau“ berücksichtigt: Diese Wahl zielte darauf ab, das derzeit am häufigsten angewandte Szenario zu identifizieren, das durch PV-Module mit höherer Leistung in Bezug auf die Spitzenleistung gekennzeichnet ist. Für die Gebäude mit größerem Potenzial zur Landschaftsintegration wurden die Farben auf der Grundlage der Farbgestaltung der Dachdeckung und des Kontexts ausgewählt: Diese Wahl sollte das Szenario mit der höchsten Landschaftsintegration bewerten.

Tabelle 01 zeigt die für das ländliche Gebiet von Villa di Villa eingegebenen Daten, während Tabelle 02 die Daten für das städtische Gebiet wiedergibt. Beide Tabellen sind mit Angaben zu den farbigen PV-Modulen ausgefüllt. Beide Tabellen spiegeln die von der Benutzeroberfläche des Werkzeugs geforderten Informationen wider.

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

ID	TIPO	POSIZIONAMENTO FV	CROMATICITÀ DEL TETTO	CROMATICITÀ DEL CONTESTO	COLORAZIONE FV
4960	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	verde, marrone	blu
1050	unità singola - edifici a schiera	Falda intera	rosso	verde, marrone	blu
770	casa indipendente	Falda intera	marrone	verde, marrone	blu
6683	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, marrone, rosso	blu
1406	casa indipendente	Falda intera	rosso	verde, rosso	blu
2372	casa indipendente	Falda intera	marrone	verde	blu
9332	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, marrone	blu
7411	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde	nero
6614	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
7329	unità singola - edifici a schiera	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
5383	tutte le unità - edificio a schiera	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
1444	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
6934	tutte le unità - edificio a schiera	Tetto intero	rosso	verde	rosso
6356	tutte le unità - edificio a schiera	Tetto intero	marrone	verde, marrone, nero	trasparente
769	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde	trasparente
9263	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde, marrone	trasparente

Tab. 01 Dati di caratterizzazione dell'area rurale di Villa di Villa
Tab. 01 Charakterisierungsdaten für das ländliche Gebiet von Villa di Villa

ID	TIPO	POSIZIONAMENTO FV	CROMATICITÀ DEL TETTO	CROMATICITÀ DEL CONTESTO	COLORAZIONE FV
3857	casa indipendente	Falda intera	marrone	verde	blu
8468	casa indipendente	Falda intera	rosso	verde	blu
4962	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	rosso, nero	blu
6648	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	rosso, nero	blu
7702	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	rosso, nero	blu
1278	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	rosso, nero	blu
5203	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	rosso, nero	blu
578	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	verde, rosso	blu
7410	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
5887	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	rosso, nero	blu
3540	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	rosso, nero	blu
6797	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	verde, rosso	blu
5445	unità singola - edifici a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
7671	unità singola - edifici a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
654	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu

Tab. 02 Dati di caratterizzazione dell'area urbana di Villa di Villa (prosegue nella pagina successiva)

Tab. 02 Charakterisierungsdaten für das städtische Gebiet von Villa di Villa (Fortsetzung auf der nächsten Seite)

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

ID	TIPO	POSIZIONAMENTO FV	CROMATICITÀ DEL TETTO	CROMATICITÀ DEL CONTESTO	COLORAZIONE FV
2682	casa indipendente	Falda intera	marrone	rosso, nero	blu
4703	casa indipendente	Falda intera	marrone	rosso, nero	blu
3088	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	rosso	verde, nero	blu
511	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
7287	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
8027	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
79	tutte le unità - edificio a schiera	Falda intera	marrone	verde, rosso	blu
3886	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
1592	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
547	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde	trasparente
5381	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde, marrone	trasparente
1594	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde, marrone	trasparente
3887	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
1319	casa indipendente	Tetto intero	marrone	rosso	rosso
4785	tutte le unità - edificio a schiera	Tetto intero	marrone	verde, marrone	trasparente

Con il primo scenario (esposizione ottimale e pannelli FV blu) si sono ottenuti i valori riportati nelle tabelle 03 e 04.

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
4960	0.76
1050	0.38
770	0.83
6683	0.73
1406	0.63
2372	0.85
9332	0.83
VALORE COMPLESSIVO	0.75

Tab. 03 Valori di integrazione degli edifici con esposizione ottimale e pannelli FV blu per l'area rurale di Villa di Villa
Tab. 03 Integrationswerte der Gebäude mit optimaler Ausrichtung und blauen PV-Modulen für das ländliche Gebiet von Villa di Villa

Mit dem ersten Szenario (optimale Ausrichtung und blaue PV-Module) wurden die in den Tabellen 03 und 04 aufgeführten Werte ermittelt.

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
3857	0.85
8468	0.74
4962	0.83
6648	0.83
7702	0.83
1278	0.83
5203	0.90
578	0.63
7410	0.70
5887	0.90
3540	0.90
6797	0.63
5445	0.35
7671	0.35
654	0.70
2682	0.90
4703	0.90
3088	1.03
511	0.70
7287	0.70
8027	0.70
79	0.70
VALORE COMPLESSIVO	0.76

Tab. 04 Valori di integrazione degli edifici con esposizione ottimale e pannelli FV blu per l'area urbana di Villa di Villa
Tab. 04 Integrationswerte der Gebäude mit optimaler Ausrichtung und blauen PV-Modulen für das städtische Gebiet von Villa di Villa

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

Nelle tabelle 05 e 06 è possibile visualizzare i risultati del secondo scenario (edifici selezionati secondo criteri di integrazione paesaggistica e pannelli FV colorati).

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
7411	3.00
6614	2.10
7329	1.40
5383	2.10
1444	2.10
6934	1.65
6356	0.92
769	0.94
9263	0.93
VALORE COMPLESSIVO	1.61

Tab. 05 Valori di integrazione degli edifici con esposizione ottimale e pannelli FV colorati per l'area rurale di Villa di Villa
Tab. 05 Integrationsergebnisse der Gebäude mit optimaler Ausrichtung und farbigen PV-Modulen für das ländliche Gebiet von Villa di Villa

In den Tabellen 05 und 06 können die Ergebnisse des zweiten Szenarios (nach Kriterien der Landschaftsintegration ausgewählte Gebäude und farbige PV-Module) eingesehen werden.

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
3886	1.65
1592	1.65
547	0.94
5381	0.93
1594	0.93
3887	2.10
1319	2.63
4785	0.93
VALORE COMPLESSIVO	1.41

Tab. 06 Valori di integrazione degli edifici con esposizione ottimale e pannelli FV colorati per l'area urbana di Villa di Villa
Tab. 06 Integrationsergebnisse der Gebäude mit optimaler Ausrichtung und farbigen PV-Modulen für das städtische Gebiet von Villa di Villa

A seguito della valutazione dei due scenari è stato possibile confrontare i valori ottenuti (tabelle 07 e 08), che mostrano come il livello di integrazione dei pannelli FV blu del primo scenario sia inferiore rispetto a quello dei pannelli FV colorati del secondo scenario.

	PRIMO SCENARIO	SECONDO SCENARIO
VALORE COMPLESSIVO	0.75	1.61

Tab. 07 Comparazione valori di integrazione per l'area rurale di Villa di Villa
Tab. 07 Vergleich der Integrationswerte für das ländliche Gebiet von Villa di Villa

Nach der Bewertung der beiden Szenarien war es möglich, die erhaltenen Werte zu vergleichen (Tabellen 07 und 08). Diese zeigen, dass der Integrationsgrad der blauen PV-Module des ersten Szenarios geringer ist als derjenige der farbigen PV-Module des zweiten Szenarios.

	PRIMO SCENARIO	SECONDO SCENARIO
VALORE COMPLESSIVO	0.76	1.41

Tab. 08 Comparazione valori di integrazione per l'area urbana di Villa di Villa
Tab. 08 Vergleich der Integrationswerte für das städtische Gebiet von Villa di Villa

9.2.3 I valori ottenuti

La comparazione dei risultati ottenuti mediante lo strumento di simulazione CER [IT] evidenzia innanzitutto le differenze tra i due scenari dal punto di vista energetico. Come illustrato nel paragrafo 9.2.1, le configurazioni basate sull'esposizione ottimale delle falde garantiscono livelli di produzione energetica superiori rispetto a quelle definite secondo criteri di integrazione paesaggistica, nonostante la capacità installata risulti sostanzialmente analoga (figure 05-09). Tale differenza è dovuta sia alla presenza di orientamenti meno favorevoli per alcuni edifici selezionati secondo criteri di integrazione, sia alla minore efficienza dei pannelli colorati e trasparenti rispetto ai moduli fotovoltaici convenzionali.

Questa riduzione delle prestazioni energetiche si riflette anche sugli indicatori economici delle comunità energetiche. Negli scenari con esposizione ottimale si osservano infatti riduzioni più significative del costo dell'energia, grazie alla maggiore produzione e ai ricavi derivanti dalla vendita dell'energia in eccedenza. Al contrario, gli scenari definiti secondo criteri di integrazione presentano costi energetici maggiori, influenzati sia dalla minore capacità di produzione degli impianti sia dal costo più elevato delle tecnologie fotovoltaiche adottate.

Tuttavia, la diminuzione delle prestazioni energetiche è accompagnata da un sensibile miglioramento sotto il profilo paesaggistico. I risultati ottenuti mediante lo strumento di integrazione paesaggistica mostrano infatti che gli scenari progettati con specifica attenzione all'inserimento nel contesto raggiungono valori di integrazione nettamente superiori rispetto a quelli basati esclusivamente sull'ottimizzazione energetica. Nell'area rurale il valore complessivo passa da 0.75 a 1.61 (tabella 07), mentre nell'area urbana cresce da 0.76 a 1.41 (tabella 08).

Tali risultati sono direttamente correlati alle scelte

9.2.3 Die erzielten Werte

Der Vergleich der mit dem CER-Simulationswerkzeug [IT] erzielten Ergebnisse verdeutlicht zunächst die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien aus energetischer Sicht. Wie in Abschnitt 9.2.1 beschrieben, gewährleisten die Konfigurationen, die auf einer optimalen Ausrichtung der Dachflächen basieren, ein höheres Niveau der Energieerzeugung als jene, die nach Kriterien der Landschaftsintegration definiert wurden, obwohl die installierte Kapazität im Wesentlichen gleich ist (Abbildungen 05-09). Dieser Unterschied ist sowohl auf weniger günstige Ausrichtungen einiger nach Integrationskriterien ausgewählter Gebäude als auch auf die geringere Effizienz farbiger und transparenter Module im Vergleich zu konventionellen Photovoltaikmodulen zurückzuführen.

Diese Verringerung der energetischen Leistung spiegelt sich auch in den wirtschaftlichen Indikatoren der Energiegemeinschaften wider. In den Szenarien mit optimaler Ausrichtung sind nämlich deutlichere Senkungen der Energiekosten zu beobachten, was auf die höhere Produktion und die Einnahmen aus dem Verkauf überschüssiger Energie zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu weisen die nach Integrationskriterien definierten Szenarien höhere Energiekosten auf, was sowohl durch die geringere Produktionskapazität der Anlagen als auch durch die höheren Kosten der eingesetzten Photovoltaik-Technologien beeinflusst wird.

Dennoch geht die Verringerung der energetischen Leistung mit einer spürbaren Verbesserung aus landschaftlicher Sicht einher. Die mit dem Werkzeug zur Landschaftsintegration erzielten Ergebnisse zeigen, dass die Szenarien, die mit besonderem Augenmerk auf die Einfügung in den Kontext entworfen wurden, deutlich höhere Integrationswerte erreichen als diejenigen, die ausschließlich auf der energetischen Optimierung basieren. Im ländlichen Gebiet steigt der Gesamtwert von 0.75 auf 1.61 (Tabelle 07), während

progettuali descritte nel paragrafo 9.2.2. Negli edifici selezionati secondo criteri di integrazione paesaggistica, infatti, i sistemi fotovoltaici sono stati estesi all'intera copertura e sono stati associati a colorazioni coerenti con le cromie del tetto e del contesto circostante. Al contrario, negli scenari con esposizione ottimale si è privilegiata la massimizzazione della produzione energetica mediante l'utilizzo di pannelli blu installati esclusivamente sulle falde con esposizione ottimale.

I valori ottenuti evidenziano quindi il rapporto di compromesso esistente tra efficienza energetica e integrazione paesaggistica. Da un lato, le soluzioni orientate alla massimizzazione della produzione consentono di conseguire migliori risultati energetici ed economici; dall'altro, le configurazioni sviluppate secondo criteri di integrazione paesaggistica garantiscono un inserimento più armonico degli impianti nel contesto rurale e urbano di Villa di Villa. La valutazione congiunta dei due aspetti conferma, pertanto, l'importanza di un approccio progettuale integrato, in grado di bilanciare le esigenze di produzione energetica con quelle di tutela e valorizzazione del paesaggio.

er im städtischen Bereich von 0.76 auf 1.41 ansteigt (Tabelle 08).

Diese Ergebnisse stehen in direktem Zusammenhang mit den in Abschnitt 9.2.2 beschriebenen Entwurfsentscheidungen. Bei den Gebäuden, die nach Kriterien der Landschaftsintegration ausgewählt wurden, wurden die Photovoltaiksysteme auf die gesamte Dachfläche ausgedehnt und mit Farben kombiniert, die mit den Farbtönen des Daches und des umgebenden Kontexts harmonisieren. Im Gegensatz dazu wurde in den Szenarien mit optimaler Ausrichtung der Maximierung der Energieproduktion durch den Einsatz blauer Module Vorrang eingeräumt, die ausschließlich auf den energetisch günstigsten Dachseiten installiert wurden.

Die erzielten Werte verdeutlichen somit den bestehenden Kompromiss zwischen Energieeffizienz und Landschaftsintegration. Einerseits ermöglichen produktionsoptimierte Lösungen bessere energetische und wirtschaftliche Ergebnisse; andererseits garantieren die nach Kriterien der Landschaftsintegration entwickelten Konfigurationen eine harmonischere Einfügung der Anlagen in den ländlichen und städtischen Kontext von Villa di Villa. Die gemeinsame Bewertung beider Aspekte bestätigt daher die Bedeutung eines integrierten Planungsansatzes, der in der Lage ist, die Anforderungen der Energieerzeugung mit denen des Schutzes und der Aufwertung der Landschaft in Einklang zu bringen.

9.3 Pieve di Cadore

In merito al comune di Pieve di Cadore, la simulazione si è concentrata sulla frazione di Tai di Cadore, dove si sono potuti confrontare un mix di edifici residenziali, magazzini (o destinazioni d'uso assimilabili) e piccole imprese. In totale si sono selezionati 17 edifici, di cui: 9 con esposizione ottimale delle falde (figura 10), e 8 che presentano dei criteri di integrazione paesaggistica (figura 11).

9.3.1 Strumento di simulazione CER [IT]

Seguendo una procedura analoga a quella descritta per Villa di Villa, sono state analizzate le due comunità energetiche a Tai di Cadore.

Le due comunità sono risultate così composte, in termini di tipologie di edifici:

- 9 con esposizione ottimale delle falde: 2 edifici residenziali, per un totale di 10 unità abitative, 5 edifici con attività nel settore terziario/commerciale e 2 edifici con attività manifatturiera;
- 8 identificati in base a criteri di integrazione: 7 residenziali, per un totale di 24 unità abitative, e 1 con attività nel settore terziario/commerciale.

I risultati dello strumento di simulazione sono presentati mediante una tabella e attraverso l'andamento dei flussi energetici nel giorno medio annuale per ciascuna comunità. I risultati relativi alla comunità con edifici scelti in base all'esposizione ottimale sono mostrati in figura 12, mentre quelli relativi alla comunità con edifici scelti in base a criteri di integrazione sono mostrati in figura 13.

In Bezug auf die Gemeinde Pieve di Cadore konzentrierte sich die Simulation auf den Ortsteil Tai di Cadore, wo ein Mix aus Wohngebäuden, Lagerhäusern (oder vergleichbaren Nutzungsarten) und kleinen Unternehmen verglichen werden konnte. Insgesamt wurden 17 Gebäude ausgewählt, davon: 9 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen (Abbildung 10) und 8, die Kriterien der Landschaftsintegration aufweisen (Abbildung 11).

9.3.1 CER-Simulationswerkzeug [IT]

Nach einem ähnlichen Verfahren wie für Villa di Villa beschrieben, wurden die zwei Energiegemeinschaften in Tai di Cadore analysiert. Die beiden Gemeinschaften setzen sich hinsichtlich der Gebäudetypen wie folgt zusammen:

- 9 mit optimaler Ausrichtung der Dachflächen: 2 Wohngebäude mit insgesamt 10 Wohneinheiten, 5 Gebäude mit Aktivitäten im Dienstleistungs-/Handelssektor und 2 Gebäude mit Produktionstätigkeit;
- 8 identifiziert auf Basis von Integrationskriterien: 7 Wohngebäude mit insgesamt 24 Wohneinheiten und 1 Gebäude mit Aktivitäten im Dienstleistungs-/Handelssektor.

Die Ergebnisse des Simulationswerkzeugs werden mittels einer Tabelle und durch den Verlauf der Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für jede Gemeinschaft dargestellt. Die Ergebnisse für die Gemeinschaft mit nach optimaler Ausrichtung ausgewählten Gebäuden sind in Abbildung 12 dargestellt, während die Ergebnisse für die Gemeinschaft mit nach Integrationskriterien ausgewählten Gebäuden in Abbildung 13 zu sehen sind.

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

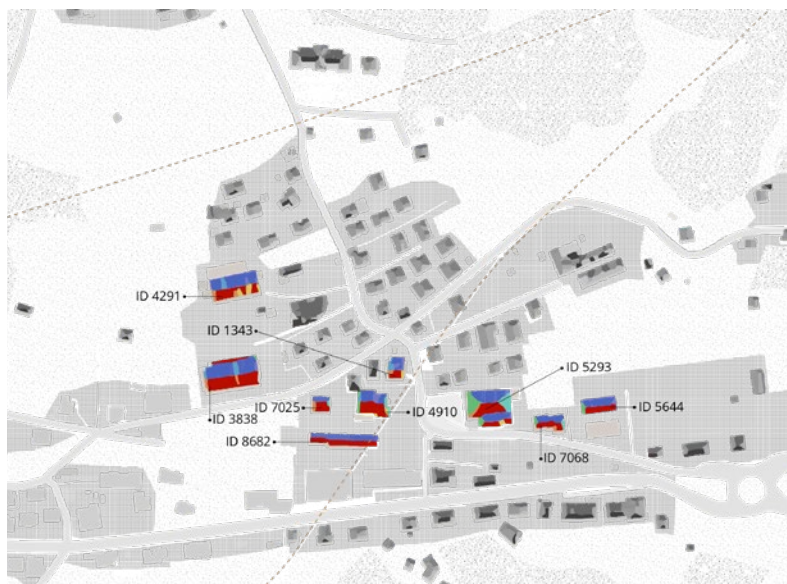


Fig. 10 Edifici di Tai di Cadore selezionati in base all'esposizione ottimale delle falde
Abb. 10 Gebäude von Tai di Cadore, ausgewählt nach optimaler Ausrichtung der Dachflächen



Fig. 11 Edifici di Tai di Cadore scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica
Abb. 11 Gebäude von Tai di Cadore, ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

Total installed PV capacity	
Total PV capacity [kWp]	447.0
REC annual energy flows	
PV energy production [MWh/year]	571.5
Energy consumption [MWh/year]	1659.6
Self-consumption [MWh/year]	467.6
Energy drawn from the grid [MWh/year]	1192.1
Energy fed into the grid [MWh/year]	103.9
Shared energy [MWh/year]	69.0
Energy indicators	
Shared-to-fed to grid energy ratio [%]	66.4
Renewable energy coverage ratio [%]	32.3
Production-to-consumption ratio [%]	34.4
Economic indicators	
Percent change in LCOE per consumed kWh [%]	-21.1
Environmental indicators	
Estimated LC CO ₂ eq emissions [t CO ₂ eq]	7832.6
Percent change in CO ₂ eq per consumed kWh [%]	-23.7

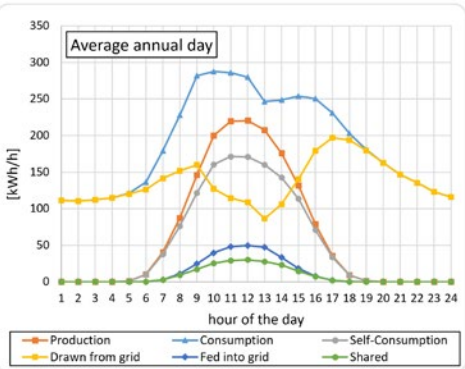


Fig. 12 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Tai di Cadore, con edifici scelti in base a criteri di esposizione ottimale delle falde
Abb. 12 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] für die Gemeinschaft von Tai di Cadore, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der optimalen Ausrichtung der Dachflächen

Total installed PV capacity	
Total PV capacity [kWp]	449.3
REC annual energy flows	
PV energy production [MWh/year]	359.5
Energy consumption [MWh/year]	72.8
Self-consumption [MWh/year]	31.1
Energy drawn from the grid [MWh/year]	41.6
Energy fed into the grid [MWh/year]	328.4
Shared energy [MWh/year]	1.2
Energy indicators	
Shared-to-fed to grid energy ratio [%]	0.4
Renewable energy coverage ratio [%]	44.4
Production-to-consumption ratio [%]	494.1
Economic indicators	
Percent change in LCOE per consumed kWh [%]	154.8
Environmental indicators	
Estimated LC CO ₂ eq emissions [t CO ₂ eq]	905.7
Percent change in CO ₂ eq per consumed kWh [%]	97.7

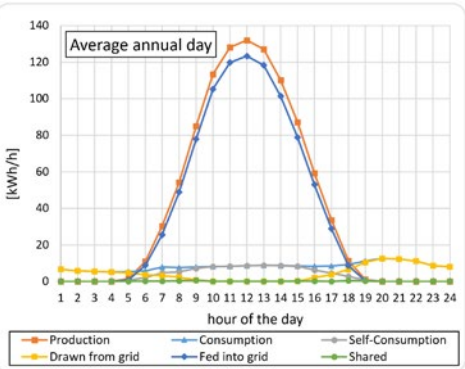


Fig. 13 Risultati dello strumento di simulazione CER [IT] per la comunità di Tai di Cadore, con edifici scelti in base a criteri di integrazione paesaggistica
Abb. 13 Ergebnisse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] for die Gemeinschaft von Tai di Cadore, mit Gebäuden ausgewählt nach Kriterien der Landschaftsintegration

La comunità con edifici selezionati in base a criteri di esposizione ottimale presenta consumi elevati, con una produzione fotovoltaica inferiore ai fabbisogni. Questo fa sì che circa due terzi della produzione fotovoltaica vengano utilizzati all'interno della comunità, con una quota di autoconsumo pari a circa il 66%. Considerando autoconsumo ed energia condivisa, la comunità autoproduce circa un terzo del proprio fabbisogno, garantendo un risparmio sul costo dell'energia superiore al 20%. La riduzione delle emissioni di CO_2_{eq} è dell'ordine del 24%.

La comunità con edifici selezionati in base a criteri di integrazione paesaggistica è invece prevalentemente domestica e, analogamente a quanto osservato per Villa di Villa, presenta una produzione notevolmente superiore ai consumi. Di conseguenza, la quota di energia condivisa diventa trascurabile e, a causa del maggior costo e della minore produzione dei pannelli colorati, aumentano sensibilmente sia il costo dell'energia sia le emissioni di CO_2_{eq} .

In conclusione, si può affermare che, mentre la CER individuata in base a criteri di esposizione ottimale produce e condivide energia fotovoltaica in modo efficiente, la CER individuata in base a criteri di integrazione paesaggistica non risulta ben bilanciata e beneficerebbe dell'ingresso di consumatori puri, come già osservato per i casi di Villa di Villa.

9.3.2 Strumento di integrazione paesaggistica

A seguito della raccolta dei dati relativi ai 17 edifici selezionati (8 con esposizione ottimale e 7 secondo criteri di integrazione) si sono confrontati due scenari che replicano quelli di Borgo Valbelluna: pannelli FV blu su falda intera e colorati su copertura completa. In tabella 09 è possibile vedere la caratterizzazione dei 17 edifici.

Die Gemeinschaft mit Gebäuden, die nach Kriterien der optimalen Ausrichtung ausgewählt wurden, weist einen hohen Verbrauch auf, wobei die Photovoltaik-Erzeugung unter dem Bedarf liegt. Dies führt dazu, dass etwa zwei Drittel der Photovoltaik-Erzeugung innerhalb der Gemeinschaft verbraucht werden, was einer Eigenverbrauchsquote von rund 66 % entspricht. Unter Berücksichtigung von Eigenverbrauch und gemeinsam genutzter Energie erzeugt die Gemeinschaft etwa ein Drittel ihres Bedarfs selbst, was eine Einsparung bei den Energiekosten von mehr als 20 % garantiert. Die Reduktion der CO_2_{eq} -Emissionen liegt in einer Größenordnung von 24 %.

Die Gemeinschaft mit Gebäuden, die nach Kriterien der Landschaftsintegration ausgewählt wurden, ist hingegen überwiegend wohnwirtschaftlich geprägt und weist, ähnlich wie für Villa di Villa beobachtet, eine Produktion auf, die deutlich über dem Verbrauch liegt. Infolgedessen wird der Anteil der gemeinsam genutzten Energie vernachlässigbar klein, und aufgrund der höheren Kosten sowie der geringeren Produktion der farbigen Module steigen sowohl die Energiekosten als auch die CO_2_{eq} -Emissionen spürbar an.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die auf Basis optimaler Ausrichtungskriterien identifizierte CER Photovoltaik-Energie effizient erzeugt und teilt, während die auf Basis von Landschaftsintegrationskriterien identifizierte CER nicht gut ausbalanciert ist und – wie bereits für die Fälle von Villa di Villa beobachtet – vom Eintritt reiner Verbraucher profitieren würde.

9.3.2 Werkzeug zur Landschaftsintegration

Nach der Datenerfassung für die 17 ausgewählten Gebäude (9 mit optimaler Ausrichtung und 8 nach Integrationskriterien) wurden zwei Szenarien verglichen, die denen von Borgo Valbelluna entsprechen: blaue PV-Module auf einer gesamten Dachseite sowie farbige Module auf der vollständigen Dachfläche. In Tabelle 09 ist die Charakterisierung der 17 Gebäude dargestellt.



ID	TIPO	POSIZIONAMENTO FV	CROMATICITÀ DEL TETTO	CROMATICITÀ DEL CONTESTO	COLORAZIONE FV
3838	casa indipendente	Falda intera	marrone	verde, nero	blu
8682	casa indipendente	Falda intera	nero	verde, nero	blu
4910	casa indipendente	Falda intera	nero	nero	blu
7025	casa indipendente	Falda intera	nero	nero	blu
5293	casa indipendente	Falda intera	nero	nero	blu
7068	casa indipendente	Falda intera	nero	verde, nero	blu
5644	casa indipendente	Falda intera	marrone	verde, marrone	blu
1343	casa indipendente	Falda intera	nero	nero	blu
4291	casa indipendente	Falda intera	nero	nero	blu
6666	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero
5171	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero
5727	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero
6577	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero
7271	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero
3690	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde	trasparente
2708	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde	trasparente
9037	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde, nero	nero

Tab. 09 Dati di caratterizzazione dell'area di Tai di Cadore
Tab. 09 Charakterisierungsdaten für das Gebiet von Tai di Cadore

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

Con il primo scenario (pannelli FV blu su falda intera) si sono ottenuti i valori riportati nella tabella 10. In tabella 11, invece, è possibile visualizzare i risultati del secondo scenario (pannelli FV colorati su tetto completo).

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
3838	1.10
8682	1.40
4910	1.60
7025	1.60
5293	1.60
7068	1.40
5644	0.83
1343	1.60
4291	1.60
VALORE COMPLESSIVO	1.41

Tab. 10 Valori di integrazione degli edifici con pannelli FV blu su falda intera
Tab. 10 Integrationswerte der Gebäude mit blauen PV-Modulen auf einer gesamten Dachseite

A seguito della valutazione dei due scenari è stato possibile confrontare i valori complessivi ottenuti (tabella 12), che mostrano come il livello di integrazione dell’installazione su falda intera dei pannelli FV blu del primo scenario sia inferiore rispetto a quello dei pannelli FV colorati installati sull’intera copertura del secondo scenario.

Mit dem ersten Szenario (blaue PV-Module auf einer gesamten Dachseite) wurden die in Tabelle 10 aufgeführten Werte erzielt. In Tabelle 11 hingegen können die Ergebnisse des zweiten Szenarios (farbige PV-Module auf dem vollständigen Dach) eingesehen werden.

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
6666	3.00
5171	3.00
5727	3.00
6577	3.00
7271	3.00
3690	0.94
2708	0.94
9037	3.00
VALORE COMPLESSIVO	2.71

Tab. 11 Valori di integrazione degli edifici con pannelli FV colorati su tetto completo
Tab. 11 Integrationswerte der Gebäude mit farbigen PV-Modulen auf dem vollständigen Dach

Nach der Bewertung der beiden Szenarien war es möglich, die erzielten Gesamtwerte zu vergleichen (Tabelle 12). Diese zeigen, dass der Integrationsgrad der Installation blauer PV-Module auf einer einzelnen Dachseite (erstes Szenario) geringer ist als derjenige der farbigen PV-Module, die auf der gesamten Dachfläche installiert wurden (zweites Szenario).

	PRIMO SCENARIO	SECONDO SCENARIO
VALORE COMPLESSIVO	1.41	2.71

Tab. 12 Comparazione valori di integrazione
Tab. 12 Vergleich der Integrationswerte

9.3.3 I valori ottenuti

L'analisi dei risultati restituiti dallo strumento di simulazione CER [IT] per Tai di Cadore mette in evidenza come le due configurazioni considerate presentino comportamenti energetici significativamente differenti. La comunità individuata sulla base dell'esposizione ottimale delle falde mostra infatti un equilibrio più favorevole tra produzione e consumo di energia elettrica, grazie alla presenza di utenze appartenenti anche ai settori commerciale e manifatturiero (figura 12). Questa maggiore diversificazione dei profili di consumo consente di valorizzare una quota rilevante della produzione fotovoltaica all'interno della comunità, determinando livelli elevati di autoconsumo e di energia condivisa.

La configurazione definita secondo criteri di integrazione paesaggistica presenta invece caratteristiche analoghe a quelle osservate nei casi prevalentemente residenziali analizzati a Villa di Villa. La produzione fotovoltaica risulta ampiamente superiore ai consumi della comunità e ciò comporta una riduzione della quota di energia effettivamente condivisa tra i membri. A questo si aggiungono la minore efficienza dei pannelli colorati e il loro costo superiore rispetto ai moduli convenzionali, fattori che contribuiscono a peggiorare gli indicatori economici e ambientali della comunità energetica (figura 13).

Se dal punto di vista energetico la soluzione basata sull'esposizione ottimale risulta quindi più efficace, i risultati ottenuti mediante lo strumento di integrazione paesaggistica evidenziano una situazione opposta sotto il profilo dell'inserimento nel contesto. Il valore complessivo di integrazione passa infatti da 1.41 nel primo scenario a 2.71 nel secondo, evidenziando un miglioramento particolarmente marcato rispetto a quanto osservato negli altri casi studio (tabella 12).

L'incremento del livello di integrazione è direttamente riconducibile alle scelte progettuali adottate per il secondo scenario. In questo caso i pannelli fotovoltaici

9.3.3 Die erzielten Werte

Die Analyse der vom CER-Simulationswerkzeug [IT] für Tai di Cadore gelieferten Ergebnisse verdeutlicht, dass die beiden betrachteten Konfigurationen ein signifikant unterschiedliches energetisches Verhalten aufweisen. Die auf Basis der optimalen Ausrichtung der Dachflächen ermittelte Gemeinschaft zeigt ein günstigeres Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie, was auf das Vorhandensein von Nutzern auch aus dem Handels- und Produktionssektor zurückzuführen ist (Abbildung 12). Diese stärkere Diversifizierung der Verbrauchsprofile ermöglicht es, einen erheblichen Teil der Photovoltaik-Erzeugung innerhalb der Gemeinschaft zu nutzen, was zu einem hohen Niveau an Eigenverbrauch und gemeinsam genutzter Energie führt.

Die nach Kriterien der Landschaftsintegration definierte Konfiguration weist hingegen ähnliche Merkmale auf wie die überwiegend wohnwirtschaftlich geprägten Fälle, die in Villa di Villa analysiert wurden. Die Photovoltaik-Erzeugung liegt weit über dem Verbrauch der Gemeinschaft, was zu einer Verringerung des tatsächlich zwischen den Mitgliedern geteilten Energieanteils führt. Hinzu kommen die geringere Effizienz der farbigen Module und deren höhere Kosten im Vergleich zu konventionellen Modulen – Faktoren, die zu einer Verschlechterung der wirtschaftlichen und ökologischen Indikatoren der Energiegemeinschaft beitragen (Abbildung 13).

Während die auf optimaler Ausrichtung basierende Lösung aus energetischer Sicht somit effektiver ist, zeigen die mit dem Werkzeug zur Landschaftsintegration erzielten Ergebnisse eine gegensätzliche Situation hinsichtlich der Einfügung in den Kontext. Der Gesamtintegrationswert steigt von 1.41 im ersten Szenario auf 2.71 im zweiten Szenario, was eine besonders ausgeprägte Verbesserung im Vergleich zu den anderen Fallstudien verdeutlicht (Tabelle 12).

Der Anstieg des Integrationsgrades ist direkt auf die für das zweite Szenario gewählten Entwurfsentschei-

sono stati installati sull'intera copertura e sono stati selezionati cromatismi coerenti con quelli prevalenti degli edifici e del paesaggio circostante. La presenza diffusa di coperture scure ha inoltre favorito l'utilizzo di soluzioni tecnologiche capaci di ridurre il contrasto visivo tra l'impianto e l'architettura esistente. Nel primo scenario, al contrario, l'impiego di pannelli blu collocati sulle sole falde più favorevoli dal punto di vista energetico ha determinato valori di integrazione inferiori.

I risultati ottenuti confermano pertanto come la massimizzazione delle prestazioni energetiche e il raggiungimento di elevati livelli di integrazione paesaggistica rappresentino obiettivi non sempre coincidenti. Nel caso di Tai di Cadore, la configurazione con esposizione ottimale consente di ottenere benefici energetici, economici e ambientali più rilevanti, mentre quella sviluppata secondo criteri di integrazione garantisce una migliore compatibilità visiva dell'intervento. La lettura congiunta dei risultati dimostra quindi l'importanza di valutare simultaneamente gli aspetti energetici e quelli paesaggistici, al fine di individuare soluzioni progettuali equilibrate e coerenti con le caratteristiche del contesto territoriale.

dungen zurückzuführen. In diesem Fall wurden die Photovoltaikmodule auf der gesamten Dachfläche installiert und es wurden Farbgestaltungen gewählt, die mit den vorherrschenden Farben der Gebäude und der umgebenden Landschaft übereinstimmen. Das weit verbreitete Vorhandensein dunkler Dachdeckungen begünstigte zudem den Einsatz technologischer Lösungen, die den visuellen Kontrast zwischen der Anlage und der bestehenden Architektur verringern. Im ersten Szenario hingegen führte der Einsatz blauer Module, die nur auf den energetisch günstigsten Dachseiten platziert wurden, zu niedrigeren Integrationswerten.

Die erzielten Ergebnisse bestätigen somit, dass die Maximierung der energetischen Leistung und das Erreichen eines hohen Niveaus an Landschaftsintegration Ziele darstellen, die nicht immer deckungsgleich sind. Im Fall von Tai di Cadore ermöglicht die Konfiguration mit optimaler Ausrichtung relevantere energetische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile, während die nach Integrationskriterien entwickelte Konfiguration eine bessere visuelle Kompatibilität des Eingriffs garantiert. Die gemeinsame Interpretation der Ergebnisse zeigt daher, wie wichtig es ist, energetische und landschaftliche Aspekte gleichzeitig zu bewerten, um ausgewogene Planungskonstrukte zu identifizieren, die mit den Merkmalen des jeweiligen Territoriums übereinstimmen.

9.4 Maniago

Relativamente al comune di Maniago, la simulazione si è concentrata su una ipotesi di CER che includesse edifici residenziali e una piccola impresa di taglia compatibile per poter bilanciare l'ipotetica CER. In totale si sono selezionati 20 edifici, di cui: 19 residenziali e 1 industriale (figura 14).

In Bezug auf die Gemeinde Maniago konzentrierte sich die Simulation auf eine hypothetische CER, die Wohngebäude und ein kleines Unternehmen von kompatibler Größe umfassen sollte, um die hypothetische CER auszubalancieren. Insgesamt wurden 20 Gebäude ausgewählt, davon: 19 Wohngebäude und 1 Industriegebäude (Abbildung 14).

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

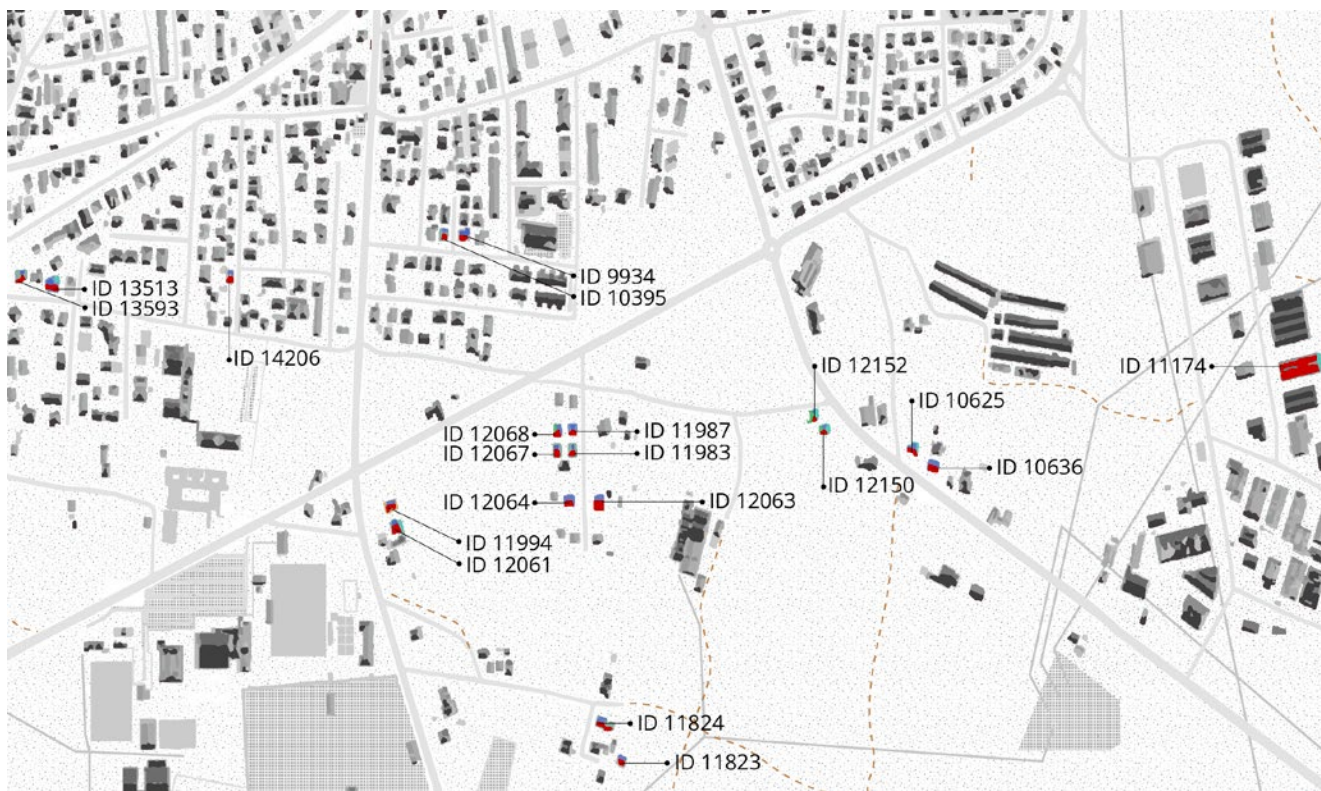


Fig. 14 Edifici selezionati nell'area di Maniago
Abb. 14 Ausgewählte Gebäude im Gebiet von Maniago)

9.4.1 Strumento di simulazione CER [IT]

Con una procedura analoga a quella descritta per Villa di Villa e Tai di Cadore, è stata analizzata la comunità energetica di Maniago, composta da 19 edifici residenziali per un totale di 38 unità abitative, e da 1 edificio che ospita un'attività industriale/manifatturiera. Al fine di valutare l'effetto del membro industriale e della sua eventuale produzione fotovoltaica, si sono analizzati tre scenari:

- *without company*, ovvero la comunità composta solo dai 19 edifici residenziali, con tutti i tetti coperti da pannelli fotovoltaici;
- *with company, no PV rooftop*, ovvero la comunità composta dai 19 edifici residenziali, con i relativi tetti coperti da pannelli fotovoltaici, e dall'edificio industriale aggiunto come *consumer*, considerando quindi i suoi consumi ma senza prevedere l'installazione di un impianto fotovoltaico sul tetto;
- *with company, with PV rooftop*, ovvero la comunità composta dai 19 edifici residenziali, con i relativi tetti coperti da pannelli fotovoltaici, e dall'edificio industriale aggiunto come *prosumer*, prevedendo quindi l'installazione di un impianto fotovoltaico sul suo tetto.

Per ciascuno scenario sono state considerate due diverse tipologie di pannelli: pannelli tradizionali blu e pannelli colorati. L'analisi di integrazione paesaggistica sarà riferita solo al terzo scenario, poiché i primi due hanno il solo scopo di valutare l'impatto del membro industriale sui flussi energetici della comunità. In un contesto reale, è molto probabile che un'azienda decida di investire in un impianto fotovoltaico sul proprio tetto per ridurre i propri costi energetici.

I risultati dello strumento di simulazione per i tre scenari e le due diverse tipologie di pannelli sono riassunti in figura 15.

9.4.1 CER-Simulationswerkzeug [IT]

Nach einem ähnlichen Verfahren wie für Villa di Villa und Tai di Cadore beschrieben, wurde die Energiegemeinschaft von Maniago analysiert. Diese besteht aus 19 Wohngebäuden mit insgesamt 38 Wohneinheiten und 1 Gebäude, das eine Industrie-/Produktionstätigkeit beherbergt. Um die Auswirkung des industriellen Mitglieds und dessen potenzieller Photovoltaik-Erzeugung zu bewerten, wurden drei Szenarien untersucht:

- *without company*: Die Gemeinschaft besteht nur aus den 19 Wohngebäuden, wobei alle Dächer mit Photovoltaikmodulen bedeckt sind;
- *with company, no PV rooftop*: Die Gemeinschaft besteht aus den 19 Wohngebäuden, deren Dächer mit Photovoltaikmodulen bedeckt sind, und dem Industriegebäude, das als *Consumer* hinzugefügt wurde. Das bedeutet, dass dessen Verbrauch berücksichtigt wird, ohne dass jedoch eine Photovoltaikanlage auf seinem Dach installiert wird;
- *with company, with PV rooftop*: Die Gemeinschaft besteht aus den 19 Wohngebäuden, deren Dächer mit Photovoltaikmodulen bedeckt sind, und dem Industriegebäude, das als *Prosumer* hinzugefügt wurde. In diesem Fall wird also die Installation einer Photovoltaikanlage auf seinem Dach vorgesehen.

Für jedes Szenario wurden zwei verschiedene Modultypen berücksichtigt: traditionelle blaue Paneele und farbige Paneele. Die Analyse der Landschaftsintegration bezieht sich nur auf das dritte Szenario, da die ersten beiden lediglich dazu dienen, die Auswirkungen des industriellen Mitglieds auf die Energieflüsse der Gemeinschaft zu bewerten. In einem realen Kontext ist es sehr wahrscheinlich, dass ein Unternehmen beschließt, in eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach zu investieren, um die eigenen Energiekosten zu senken.

Die Ergebnisse des Simulationswerkzeugs für die drei Szenarien und die zwei verschiedenen Modultypen sind in Abbildung 15 zusammengefasst.

Analizzando inizialmente i casi con pannelli tradizionali blu, si osserva che, nello scenario *without company*, la produzione fotovoltaica è sovrabbondante rispetto ai fabbisogni energetici che corrispondono a quelli delle 38 unità abitative. L'energia condivisa è quasi nulla e il minor costo dell'energia è dovuto all'autoconsumo, ma soprattutto alla vendita del surplus di produzione. Il rapporto produzione/consumo risulta superiore al 500%, a fronte di un indice di copertura da energia rinnovabile dell'ordine del 45%, indicando chiaramente un sovradimensionamento della copertura fotovoltaica rispetto alle esigenze della comunità. La variazione percentuale delle emissioni di CO₂_{eq} associate alla copertura del fabbisogno elettrico della comunità è positiva, indicando quindi un aumento delle emissioni. Ciò è dovuto, come già osservato in casi analoghi, al notevole sovradimensionamento della capacità fotovoltaica e, di conseguenza, al contributo delle emissioni di CO₂_{eq} associate alla produzione dei pannelli e dei componenti ausiliari. Una situazione analoga era stata osservata nelle CER di Villa di Villa e di Tai di Cadore.

Al fine di comprendere meglio le prestazioni energetiche di questo scenario, i flussi energetici nel giorno medio annuale sono mostrati, per il caso in esame, in figura 16. Appare evidente come la curva di produzione sia sproporzionata rispetto a quella di consumo.

Passando allo scenario *with company, no PV rooftop*, sempre con pannelli tradizionali blu, si osserva come il fabbisogno energetico aumenti sensibilmente, poichè include ora anche i consumi del membro industriale. La produzione fotovoltaica resta invece invariata, non essendo stata installata ulteriore capacità. Di conseguenza, il surplus di energia prodotto dai *prosumer* domestici può essere condiviso con l'utenza industriale, portando la quota di energia condivisa a un valore superiore al 60%. Il rapporto produzione/consumo risulta di poco superiore al 50%, a fronte di un indice di copertura da energia rinnovabile dell'ordine del 35%. Il costo dell'energia diminuisce di circa il 25%, grazie soprattutto

Bei der anfänglichen Analyse der Fälle mit traditionellen blauen Modulen wird deutlich, dass im Szenario *without company* die Photovoltaik-Erzeugung im Vergleich zum Energiebedarf der 38 Wohneinheiten übermäßig hoch ist. Die gemeinsam genutzte Energie geht gegen Null und die Senkung der Energiekosten ist zwar auf den Eigenverbrauch, vor allem aber auf den Verkauf des Erzeugungsüberschusses zurückzuführen. Das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch liegt bei über 500 %, verglichen mit einem Deckungsgrad durch erneuerbare Energien von rund 45 %. Dies deutet klar auf eine Überdimensionierung der Photovoltaikanlagen im Vergleich zum Bedarf der Gemeinschaft hin. Die prozentuale Veränderung der CO₂_{eq}-Emissionen, die mit der Deckung des Strombedarfs der Gemeinschaft verbunden sind, ist positiv, was somit einen Anstieg der Emissionen bedeutet. Dies ist, wie bereits bei ähnlichen Fällen beobachtet, auf die erhebliche Überdimensionierung der Photovoltaikkapazität und folglich auf den Beitrag der Emissionen zurückzuführen, die mit der Herstellung der Paneele und Hilfskomponenten verbunden sind. Eine ähnliche Situation wurde bereits bei den Energiegemeinschaften von Villa di Villa und Tai di Cadore beobachtet.

Um die energetische Leistung dieses Szenarios besser zu verstehen, sind die Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für den vorliegenden Fall in Abbildung 16 dargestellt. Es ist offensichtlich, dass die Erzeugungskurve in keinem Verhältnis zur Verbrauchskurve steht.

Betrachtet man das Szenario *with company, no PV rooftop* (ebenfalls mit traditionellen blauen Paneelen), so zeigt sich, dass der Energiebedarf spürbar ansteigt, da er nun auch den Verbrauch des industriellen Mitglieds einschließt. Die Photovoltaik-Erzeugung bleibt hingegen unverändert, da keine zusätzliche Kapazität installiert wurde. Infolgedessen kann der von den privaten *Prosumern* erzeugte Energieüberschuss mit dem industriellen Verbraucher geteilt werden, wodurch der Anteil der gemeinsam genutzten Energie auf einen Wert von über 60 % steigt. Das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch liegt knapp über 50 %, bei

Panel type:	without company		with company, no PV rooftop		with company, with PV rooftop	
	blue	colored	blue	colored	blue	colored
Total installed PV capacity						
Total PV capacity [kWp]	565.7	565.7	565.71	565.7	796.3	796.3
REC annual energy flows						
PV energy production [MWh/year]	596.1	476.9	596.1	476.9	852.3	732.9
Energy consumption [MWh/year]	115.2	115.2	1105.5	1105.5	1105.5	1105.5
Self-consumption [MWh/year]	51.7	51.2	51.7	51.2	288.6	287.5
Energy drawn from the grid [MWh/year]	63.5	64.1	1053.8	1054.3	816.9	818.0
Energy fed into the grid [MWh/year]	544.4	425.7	544.4	425.7	563.7	445.5
Shared energy [MWh/year]	0.4	0.5	328.8	297.0	133.7	118.6
Energy indicators						
Shared-to-fed to grid energy ratio [%]	+0.1	+0.1	+60.4	+69.8	+23.7	+26.6
Renewable energy coverage ratio [%]	+45.2	+44.9	+34.4	+31.5	+38.2	+36.7
Production-to-consumption ratio [%]	+517.4	+413.9	+53.9	+43.1	+77.1	+66.3
Economic indicators						
Percent change in LCOE per consumed kWh [%]	-40.3	+108.2	-24.8	-7.4	-24.6	-8.2
Environmental indicators						
Estimated LC CO ₂ eq emissions [t CO ₂ eq]	1220.8	1223.5	5551.4	5747.7	5618.4	5719.7
Percent change in CO ₂ eq per consumed kWh [%]	+68.3	+68.7	-36.7	-27.1	-52.8	-43.1

Fig. 15 Confronto delle prestazioni energetiche, economiche e ambientali dei tre scenari analizzati per la CER di Maniago
Abb. 15 Vergleich der energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Leistung der drei für die CER Maniago analysierten Szenarien

all'incentivazione dell'energia condivisa, che risulta ora pari a più di sei volte quella autoconsumata. La riduzione delle emissioni di CO₂_{eq} associate alla copertura del fabbisogno elettrico della comunità è dell'ordine del 37%.

Al fine di comprendere meglio le prestazioni energetiche di questo scenario, i flussi energetici nel giorno medio annuale sono mostrati, per il caso in esame, in figura 17. Appare evidente come la curva di produzione sia ora più proporzionata rispetto a quella di consumo; si nota inoltre l'innalzamento della curva dell'energia condivisa.

L'ultimo scenario è quello *with company, with PV rooftop*, che ipotizza la copertura con pannelli fotovoltaici anche dell'edificio industriale. Come si osserva, a parità di fabbisogno rispetto al caso precedente, la produzione fotovoltaica aumenta sensibilmente. Il prosumer industriale autoconsuma parte dell'energia che produce, e questo aumenta in modo significativo l'autoconsumo della comunità. Di conseguenza, rispetto al caso precedente, cala la quota di energia condivisa, che si porta al 24% circa. D'altro canto, aumen-

tem un Deckungsgrad durch erneuerbare Energien von rund 35 %. Die Energiekosten sinken um etwa 25 %, vor allem dank der Förderung der gemeinsam genutzten Energie, die nun mehr als das Sechsfache des selbst verbrauchten Anteils beträgt. Die Reduzierung der CO₂_{eq}-Emissionen, die mit der Deckung des Strombedarfs der Gemeinschaft verbunden sind, liegt im Bereich von 37%.

Um die energetische Leistung dieses Szenarios besser zu verstehen, sind die Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für den vorliegenden Fall in Abbildung 17 dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass die Erzeugungskurve nun proportionaler zur Verbrauchskurve verläuft; zudem fällt das Ansteigen der Kurve für gemeinsam genutzte Energie auf.

Das letzte Szenario ist *with company, with PV rooftop*, welches die Belegung des Industriegebäudes mit Photovoltaikmodulen voraussetzt. Wie man sieht, steigt die Photovoltaik-Erzeugung bei gleichem Bedarf wie im vorherigen Fall deutlich an. Der industrielle Prosumer verbraucht einen Teil der von ihm erzeugten Energie selbst, was den Eigenverbrauch der Gemeinschaft erheblich steigert. Infolgedessen sinkt im Vergleich zum vorherigen Fall der An-

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

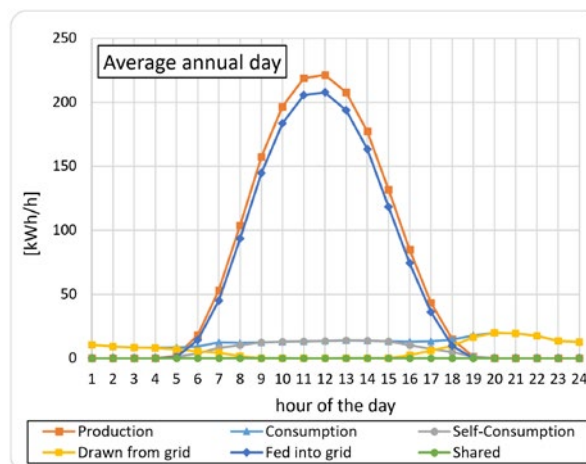


Fig. 16 Flussi energetici nel giorno medio annuale per la CER di Maniago nello scenario *without company* e pannelli blu tradizionali
Abb. 16 Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für die CER Maniago im Szenario „without company“ und traditionellen blauen Paneelen

tano sia il rapporto produzione/consumo, che risulta superiore al 77%, sia l'indice di copertura da energia rinnovabile, che supera il 38%. Il costo dell'energia diminuisce di circa il 25%, grazie all'autoconsumo e all'energia condivisa, mentre la riduzione delle emissioni di CO_2_{eq} associate alla copertura del fabbisogno elettrico della comunità supera il 50%.

Al fine di comprendere meglio le prestazioni energetiche di questo scenario, i flussi energetici nel giorno medio annuale sono mostrati, per il caso in esame, in figura 18. Appare evidente come la curva di produzione si sia alzata rispetto al caso *with company, no PV rooftop*; il fatto che il membro industriale sia ora un *prosumer* determina un innalzamento della curva dell'autoconsumo e un abbassamento di quella dell'energia condivisa.

Per i casi con pannelli colorati, caratterizzati da una produzione inferiore, si possono formulare considerazioni analoghe. Mentre nello scenario *without company* il costo dell'energia aumenta, l'inserimento del membro industriale nella CER, come *consumer* o

teil der gemeinsam genutzten Energie und pendelt sich bei etwa 24 % ein. Auf der anderen Seite steigen sowohl das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch, das bei über 77 % liegt, als auch der Deckungsgrad durch erneuerbare Energien, der 38 % übersteigt. Die Energiekosten sinken dank des Eigenverbrauchs und der gemeinsam genutzten Energie um etwa 25 %, während die Reduzierung der mit der Deckung des Strombedarfs der Gemeinschaft verbundenen CO_2_{eq} -Emissionen 50 % übersteigt.

Um die energetische Leistung dieses Szenarios besser zu verstehen, sind die Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für den vorliegenden Fall in Abbildung 18 dargestellt. Es wird deutlich, dass die Erzeugungskurve im Vergleich zum Fall *with company, no PV rooftop* angestiegen ist; die Tatsache, dass das industrielle Mitglied nun ein *Prosumer* ist, führt zu einem Anstieg der Eigenverbrauchskurve und zu einem Sinken der Kurve für gemeinsam genutzte Energie.

Für die Fälle mit farbigen Paneelen, die durch eine geringere Produktion gekennzeichnet sind, lassen sich analoge Überlegungen anstellen. Während im Szenario *without*

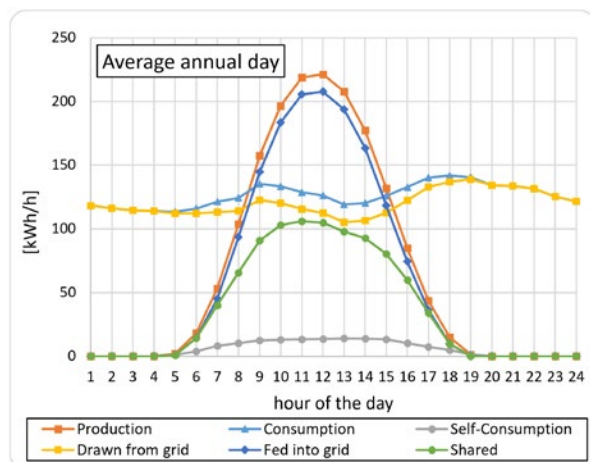


Fig. 17 Flussi energetici nel giorno medio annuale per la CER di Maniago nello scenario *with company, no PV rooftop e pannelli blu tradizionali*
Abb. 17 Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für die CER Maniago im Szenario „with company, no PV rooftop“ und traditionellen blauen Paneelen

come *prosumer*, consente una diminuzione del costo dell'energia, sebbene in misura inferiore rispetto al caso in cui si utilizzano pannelli tradizionali. Anche le emissioni di CO_2_{eq} si riducono in presenza del membro industriale.

L'analisi effettuata dimostra l'importanza di una accurata selezione dei membri di una comunità energetica al fine di bilanciare produzione e consumo e favorire quindi la condivisione dell'energia. In questo contesto, un utente industriale di piccole o medie dimensioni, come quelli presenti nel territorio di Maniago, può portare notevoli benefici a una CER prevalentemente domestica. Inoltre, come si è visto, un'opportuna selezione dei membri della comunità può migliorare notevolmente le prestazioni economiche e ambientali, rendendo favorevole, sia dal punto di vista economico sia in termini di emissioni di CO_2_{eq} , anche l'utilizzo di pannelli colorati, con la possibilità quindi di ottenere anche una migliore integrazione paesaggistica.

company die Energiekosten steigen, ermöglicht die Einbindung des industriellen Mitglieds in die CER – entweder als *Consumer* oder als *Prosumer* – eine Senkung der Energiekosten, wenn auch in geringerem Maße als bei der Verwendung traditioneller Paneele. Auch die CO_2_{eq} -Emissionen verringern sich in Gegenwart des industriellen Mitglieds.

Die durchgeführte Analyse zeigt, wie wichtig eine sorgfältige Auswahl der Mitglieder einer Energiegemeinschaft ist, um Erzeugung und Verbrauch auszubalancieren und so die gemeinsame Energienutzung zu fördern. In diesem Zusammenhang kann ein kleiner oder mittlerer industrieller Verbraucher, wie sie im Gebiet von Maniago anzutreffen sind, einer überwiegend wohnwirtschaftlich geprägten CER erhebliche Vorteile bringen. Darüber hinaus kann, wie gezeigt wurde, eine geeignete Auswahl der Gemeinschaftsmitglieder die wirtschaftliche und ökologische Leistung erheblich verbessern. Dies macht auch den Einsatz von farbigen Modulen sowohl wirtschaftlich als auch in Bezug auf die CO_2_{eq} -Emissionen vorteilhaft und bietet somit die Möglichkeit, eine bessere Landschaftsintegration zu erreichen.

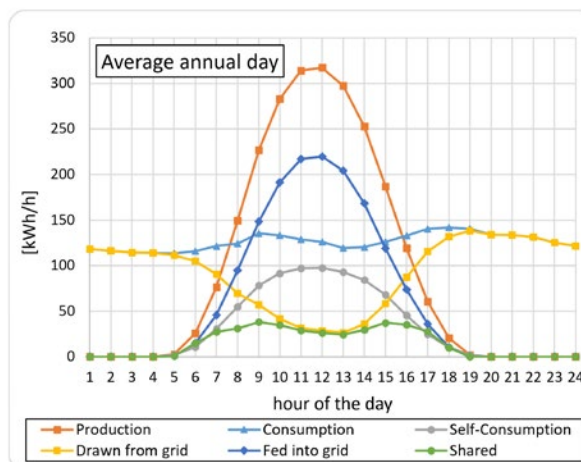


Fig. 18 Flussi energetici nel giorno medio annuale per la CER di Maniago nello scenario „with company, with PV rooftop e pannelli blu tradizionali“
Abb. 18 Energieflüsse an einem durchschnittlichen Jahrestag für die CER Maniago im Szenario „with company, with PV rooftop“ und traditionellen blauen Paneelen

9.4.2 Strumento di integrazione paesaggistica

Come per gli scenari della provincia di Belluno la prima fase del lavoro ha trattato la raccolta dei dati necessari per compilare l'interfaccia dello strumento di integrazione paesaggistica online. Considerando i 20 edifici selezionati si è scelto di installare i pannelli FV sulla “falda intera”, e si sono confrontati due scenari: pannelli FV blu e colorati. In tabella 13 è possibile vedere la caratterizzazione identificata per il secondo scenario con i pannelli FV colorati.

Con il primo scenario (pannelli FV blu) si sono ottenuti i valori riportati nella tabella 14. In tabella 15 è possibile visualizzare i risultati del secondo scenario (pannelli FV colorati).

A seguito della valutazione dei due scenari è stato possibile confrontare i valori ottenuti (tabella 16), che mostrano come il livello di integrazione dei pannelli FV blu del primo scenario sia inferiore rispetto a quello dei pannelli FV colorati del secondo scenario. Poiché a Mania-

9.4.2 Werkzeug zur Landschaftsintegration

Wie bei den Szenarien in der Provinz Belluno umfasste die erste Arbeitsphase die Erfassung der notwendigen Daten zur Ausfüllung der Benutzeroberfläche des Online-Werkzeugs zur Landschaftsintegration. Unter Berücksichtigung der 20 ausgewählten Gebäude wurde entschieden, die PV-Paneele auf der „gesamten Dachseite“ zu installieren, und es wurden zwei Szenarien verglichen: blaue und farbige PV-Paneele. In Tabelle 13 ist die für das zweite Szenario mit farbigen PV-Paneelen identifizierte Charakterisierung zu sehen.

Mit dem ersten Szenario (blaue PV-Paneele) wurden die in Tabelle 14 aufgeführten Werte erzielt. In Tabelle 15 können die Ergebnisse des zweiten Szenarios (farbige PV-Paneele) eingesehen werden.

Nach der Bewertung der beiden Szenarien war es möglich, die erhaltenen Werte zu vergleichen (Tabelle 16). Diese zeigen, dass der Integrationsgrad der blauen PV-Paneele des ersten Szenarios geringer ist als derjenige der farbigen PV-Paneele des zweiten Szenarios. Da in Maniago für bei-

go sono stati valutati i medesimi edifici per entrambi gli scenari si riportano anche i singoli valori di integrazione.

9.4.3 I valori ottenuti

L'analisi dei risultati ottenuti mediante lo strumento di simulazione CER [IT] evidenzia come la composizione della comunità energetica influenzi in maniera determinante le prestazioni energetiche, economiche e ambientali del sistema. A differenza dei casi di Villa di Villa e Tai di Cadore, dove le configurazioni analizzate erano caratterizzate prevalentemente da utenze domestiche, nel caso di Maniago è stato possibile valutare il contributo di un'utenza industriale nel bilanciare produzione e consumo di energia.

I precedenti risultati mostrano infatti come gli scenari costituiti esclusivamente da utenze residenziali, o altri partecipanti non residenziali di piccole dimensioni, presenta un marcato sovradimensionamento della capacità fotovoltaica installata rispetto ai fabbisogni della comunità energetica. La produzione risulta pertanto ampiamente superiore ai consumi e gran parte dell'energia generata viene immessa in rete, con livelli molto ridotti di energia condivisa. In tali configurazioni i benefici economici derivano principalmente dalla vendita del surplus energetico, mentre gli indicatori ambientali risentono negativamente dell'eccesso di capacità installata.

L'introduzione dell'edificio industriale come consumatore modifica sensibilmente questo equilibrio. L'aumento dei consumi consente infatti di valorizzare una quota maggiore dell'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici domestici, incrementando significativamente l'energia condivisa all'interno della comunità. In questo scenario si osserva un miglioramento degli indicatori economici e ambientali, a conferma dell'importanza di una corretta selezione dei membri della CER per favorire la complementarità tra profili di produzione e di consumo (figura 17).

de Szenarien dieselben Gebäude bewertet wurden, werden auch die einzelnen Integrationswerte aufgeführt

9.4.3 Die erzielten Werte

Die Analyse des CER-Simulationswerkzeugs [IT] verdeutlicht, wie entscheidend die Zusammensetzung der Energiegemeinschaft die energetische, wirtschaftliche und ökologische Leistung des Systems beeinflusst. Im Gegensatz zu den Fällen Villa di Villa und Tai di Cadore, bei denen die analysierten Konfigurationen überwiegend durch Haushaltskunden geprägt waren, konnte im Fall von Maniago der Beitrag eines industriellen Verbrauchers zur Ausbalancierung von Energieerzeugung und -verbrauch bewertet werden.

Die vorherigen Ergebnisse zeigen nämlich, dass Szenarien, die ausschließlich aus Wohngebäuden oder anderen kleinen, nicht-wohnwirtschaftlichen Teilnehmern bestehen, eine deutliche Überdimensionierung der installierten Photovoltaikkapazität im Verhältnis zum Bedarf der Energiegemeinschaft aufweisen. Die Produktion liegt daher weit über dem Verbrauch, und ein Großteil der erzeugten Energie wird in das Netz eingespeist, bei einem sehr geringen Anteil an gemeinsam genutzter Energie. In solchen Konfigurationen resultieren die wirtschaftlichen Vorteile hauptsächlich aus dem Verkauf des Energieüberschusses, während die Umweltindikatoren durch das Übermaß an installierter Kapazität negativ beeinflusst werden.

Die Einführung des Industriegebäudes als Verbraucher verändert dieses Gleichgewicht spürbar. Der Anstieg des Verbrauchs ermöglicht es nämlich, einen größeren Teil der von den privaten Photovoltaikanlagen erzeugten Energie zu verwerten, was die gemeinsam genutzte Energie innerhalb der Gemeinschaft signifikant erhöht. In diesem Szenario ist eine Verbesserung der wirtschaftlichen und ökologischen Indikatoren zu beobachten. Dies bestätigt, wie wichtig eine korrekte Auswahl der CER-Mitglieder ist, um die Komplementarität zwischen Erzeugungs- und Verbrauchsprofilen zu fördern (Abbildung 17).

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

ID	TIPO	POSIZIONAMENTO FV	CROMATICITÀ DEL TETTO	CROMATICITÀ DEL CONTESTO	COLORAZIONE FV
12068	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
11987	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
12067	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
11983	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
12064	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
12063	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
10636	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
10625	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
12150	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
12152	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
11824	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
11823	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
11994	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
12061	casa indipendente	Tetto intero	nero	verde	nero
13513	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde, rosso	rosso
13593	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
14206	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde	rosso
10395	casa indipendente	Tetto intero	rosso	verde, rosso	rosso
9934	casa indipendente	Tetto intero	marrone	verde, rosso	rosso
11174	casa indipendente	Tetto intero	nero	nero	nero

Tab. 13 Dati di caratterizzazione dell'area di Maniago
Tab. 13 Charakterisierungsdaten für das Gebiet von Maniago



ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
12068	0.63
11987	0.63
12067	0.63
11983	0.63
12064	0.74
12063	0.74
10636	0.63
10625	0.63
12150	0.74
12152	0.74
11824	0.74
11823	0.74
11994	0.74
12061	1.30
13513	0.70
13593	0.63
14206	0.74
10395	0.63
9934	0.70
11174	1.60
VALORE COMPLESSIVO	0.98

Tab. 14 Valori di integrazione degli edifici con pannelli FV blu e con pannelli FV colorati
Tab. 14 Integrationswerte der Gebäude mit blauen PV-Paneelen und mit farbigen PV-Paneelen

ID	VALORE SINGOLO EDIFICIO
12068	2.10
11987	2.10
12067	2.10
11983	2.10
12064	1.65
12063	1.65
10636	2.10
10625	2.10
12150	1.65
12152	1.65
11824	1.65
11823	1.65
11994	1.65
12061	1.65
13513	1.85
13593	2.10
14206	1.65
10395	2.10
9934	1.85
11174	3.00
VALORE COMPLESSIVO	2.17

Tab. 15 Valori di integrazione degli edifici con pannelli FV colorati
Tab. 15 Integrationswerte der Gebäude mit farbigen PV-Paneelen

9. APPLICAZIONE DEL TOOL MULTICRITERIO IN ITALIA
ANWENDUNG DES SIMULATIONS-SERVICE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEGEMEINSCHAFTEN IN ITALIEN

ID	PRIMO SCENARIO	SECONDO SCENARIO
12068	0.63	2.10
11987	0.63	2.10
12067	0.63	2.10
11983	0.63	2.10
12064	0.74	1.65
12063	0.74	1.65
10636	0.63	2.10
10625	0.63	2.10
12150	0.74	1.65
12152	0.74	1.65
11824	0.74	1.65
11823	0.74	1.65
11994	0.74	1.65
12061	1.30	1.65
13513	0.70	1.85
13593	0.63	2.10
14206	0.74	1.65
10395	0.63	2.10
9934	0.70	1.85
11174	1.60	3.00
VALORE COMPLESSIVO	0.98	2.17

Tab. 16 comparazione valori di integrazione
Tab. 16 Vergleich der Integrationswerte

Anche nello scenario che prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico sull'edificio industriale si riscontrano prestazioni complessivamente favorevoli (figura 18). In questo caso aumenta la quota di energia autoconsumata direttamente dal prosumer industriale, mentre diminuisce la frazione di energia condivisa rispetto allo scenario precedente. Tuttavia, il maggiore contributo della produzione rinnovabile consente di mantenere elevati livelli di copertura del fabbisogno energetico e di conseguire una significativa riduzione delle emissioni di CO_{2eq} associate ai consumi elettrici della comunità.

I risultati derivanti dallo strumento di integrazione paesaggistica mostrano parallelamente che l'utilizzo di pannelli fotovoltaici colorati determina un netto miglioramento dell'inserimento visivo degli impianti nel contesto urbano. Il valore complessivo di integrazione passa infatti da 0.98 nello scenario con pannelli blu a 2.17 nello scenario con pannelli colorati, evidenziando un incremento particolarmente significativo (tabella 16). Tale risultato è riconducibile alla scelta di adottare cromatismi coerenti con quelli delle coperture esistenti e del contesto circostante, caratterizzato prevalentemente da tonalità rosse, marroni e scure.

L'analisi dei singoli edifici conferma inoltre che il miglioramento interessa l'intero campione considerato (tabella 16). Ciò evidenzia come la scelta della colorazione dei moduli fotovoltaici rappresenti un elemento determinante per ridurre l'impatto percettivo dell'intervento e favorire una maggiore coerenza con le caratteristiche del contesto.

La lettura congiunta dei risultati energetici e paesaggistici evidenzia infine un aspetto di particolare interesse. Mentre nei casi studio precedenti il miglioramento dell'integrazione paesaggistica era spesso accompagnato da prestazioni energetiche ed economiche meno favorevoli, nel caso di Maniago la presenza del prosumer industriale consente di compensare almeno in parte la minore efficienza dei pannelli co-

Auch in dem Szenario, das die Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Industriegebäude vorsieht, sind die Leistungen insgesamt positiv (Abbildung 18). In diesem Fall steigt der Anteil der direkt vom industriellen Prosumer selbst verbrauchten Energie, während der Anteil der gemeinsam genutzten Energie im Vergleich zum vorherigen Szenario sinkt. Der größere Beitrag der erneuerbaren Erzeugung ermöglicht es jedoch, ein hohes Niveau bei der Deckung des Energiebedarfs aufrechterhalten zu können und eine signifikante Reduzierung der mit dem Stromverbrauch der Gemeinschaft verbundenen CO_{2eq}-Emissionen zu erzielen.

Die aus dem Werkzeug zur Landschaftsintegration resultierenden Ergebnisse zeigen parallel dazu, dass die Verwendung von farbigen Photovoltaikmodulen zu einer deutlichen Verbesserung der visuellen Einfügung der Anlagen in den städtischen Kontext führt. Der Gesamtintegrationswert steigt nämlich von 0.98 im Szenario mit blauen Modulen auf 2.17 im Szenario mit farbigen Modulen, was einen besonders signifikanten Zuwachs darstellt (Tabelle 16). Dieses Ergebnis ist auf die Entscheidung zurückzuführen, Farbgestaltungen zu wählen, die mit denen der bestehenden Bedachungen und des umgebenden Kontexts übereinstimmen, der überwiegend durch rote, braune und dunkle Farbtöne gekennzeichnet ist.

Die Analyse der einzelnen Gebäude bestätigt zudem, dass die Verbesserung die gesamte betrachtete Stichprobe betrifft (Tabelle 16). Dies verdeutlicht, dass die Wahl der Farbgestaltung der Photovoltaikmodule ein entscheidendes Element darstellt, um die visuelle Beeinträchtigung des Eingriffs zu verringern und eine größere Kohärenz mit den Merkmalen des Kontexts zu fördern.

Die gemeinsame Interpretation der energetischen und landschaftlichen Ergebnisse hebt schließlich einen Aspekt von besonderem Interesse hervor. Während in den vorherigen Fallstudien die Verbesserung der Landschaftsintegration oft mit weniger günstigen energetischen und wirtschaftlichen Leistungen einherging,

lorati (figura 15). La maggiore capacità della comunità di utilizzare localmente l'energia prodotta permette infatti di mantenere benefici economici e ambientali significativi anche in presenza di soluzioni progettuali orientate a una migliore integrazione nel paesaggio. I risultati confermano quindi come una corretta configurazione della comunità energetica possa rappresentare uno strumento efficace per conciliare gli obiettivi di efficienza energetica con quelli di integrazione paesaggistica.

ermöglicht im Fall von Maniago die Präsenz des industriellen Prosumers, die geringere Effizienz der farbigen Module zumindest teilweise zu kompensieren (Abbildung 15). Die größere Fähigkeit der Gemeinschaft, die erzeugte Energie lokal zu nutzen, erlaubt es nämlich, signifikante wirtschaftliche und ökologische Vorteile auch bei Vorliegen von Planungsoptionen beizubehalten, die auf eine bessere Integration in die Landschaft ausgerichtet sind. Die Ergebnisse bestätigen somit, dass eine korrekte Konfiguration der Energiegemeinschaft ein wirksames Instrument darstellen kann, um die Ziele der Energieeffizienz mit denen der Landschaftsintegration in Einklang zu bringen.



Finito di stampare in Fertig gedruckt in
Luglio 2026 Juli 2026

