

SVOLTA ENERGETICA TRAMITE L'AMMODERNAMENTO ENERGETICO E L'ENERGIA SOLARE

Analisi relativa all'approvvigionamento energetico nel mercato svizzero e alle relative premesse per il completamento della svolta energetica entro il 2050.

APPROFONDIAMO INSIEME.



Indice

Premessa.....	4
Management Summary	5
1.1 Situazione di partenza.....	6
1.2 Svolta energetica tramite l'energia solare e l'ammodernamento degli edifici?	6
1.3 Base di dati	7
1.4 Delimitazione	8
2 Fabbisogno energetico e consumo	8
2.1 Consumo energetico mondiale.....	8
2.2 Consumo energetico svizzero.....	9
2.3 Consumo di energia elettrica in Svizzera	10
2.3.1 Fabbisogno svizzero annuale di energia elettrica.....	10
2.3.2 Consumo di energia elettrica svizzero a seconda dei mesi	11
2.4 Quali vettori energetici saranno abbandonati in futuro?.....	13
2.4.1 Energia nucleare.....	13
2.4.2 Combustibili fossili.....	13
2.5 Fabbisogno energetico futuro	15
2.5.1 Aspetti generali.....	15
2.5.2 Fabbisogno energetico della mobilità e del riscaldamento dei locali	16
2.5.3 Fabbisogno energetico della mobilità	16
2.5.4 Fabbisogno energetico per il riscaldamento	17
2.5.5 Fabbisogno energetico PtX.....	19
2.5.6 Fabbisogno energetico complessivo 2050.....	19
3 Vettori energetici del futuro	21
3.1 Strategia energetica 2050.....	21
3.2 Energie rinnovabili.....	21
4 Rendimento energetico degli impianti solari.....	23
4.1 Impianti eliotermici	23
4.2 Fotovoltaico.....	23
4.3 La «triade»: fotovoltaico, eliotermia e pompa di calore	23
4.4 Eliotermia nella pratica	25
5 Futuro della produzione di energia elettrica.....	27
5.1 Attività legislative	27
5.2 Potenziale solare	27
5.3 Problemi dell'energia solare	28
6 Potenziale degli ammodernamenti ad efficienza energetica.....	31

6.1	Situazione di partenza.....	31
6.2	Cosa prevede l'ammmodernamento ad efficienza energetica?	31
7	Produzione di energia elettrica 2050	35
8	Risorse necessarie.....	38
8.1	Situazione attuale	38
8.2	Lavoratori del settore solare	38
8.3	Manodopera e creazione di valore nell'ammmodernamento degli edifici	39
8.4	Totale specialisti necessari per la svolta energetica.....	42
9	Conclusioni e risultati finali	43
	Allegato: Contributo del Tages-Anzeiger «Più indipendenti in futuro grazie all'ammmodernamento energetico e all'energia solare».....	45
	Note.....	46

Premessa

Nel primo trimestre del 2022, la pandemia di Coronavirus ha passato il testimone alla guerra in Ucraina. Mentre la pandemia continua a provocare una carenza di materiali, il conflitto ha dimostrato in maniera spietata la nostra dipendenza dai combustibili fossili. La conseguenza? Aumento dei prezzi dell'energia e continua penuria di risorse.

La consapevolezza dell'importanza dell'energia e la dipendenza della Svizzera da Paesi che non sempre sono un esempio di democrazia, hanno fatto sì che molte voci si levassero a favore di un cambiamento. Questa è un'opportunità che non possiamo permetterci di sprecare. Abbiamo l'occasione di offrire una maggiore indipendenza in un momento in cui la società la richiede. Il sole rappresenta una fonte di energia inesauribile.

Naturalmente, l'energia solare da sola non basta a garantire la svolta energetica. Tuttavia, essa può fornire un contributo importante a tale scopo. Di quanta energia abbiamo effettivamente bisogno? Cosa comporta l'abbandono dell'energia nucleare, l'elettrificazione del traffico privato e la conversione degli impianti di produzione di calore da vettori energetici fossili a fonti rinnovabili? Nei documenti ad oggi pubblicati non abbiamo trovato risposte a queste domande. Cosa significa questo per il settore degli involucri edilizi? La pura e semplice sostituzione degli impianti di riscaldamento basterebbe a coprire il fabbisogno energetico dopo la transizione verso le energie rinnovabili? Quale ritmo dovrà seguire in futuro l'ammodernamento degli edifici, e quali elementi devono essere ammodernati? Quanti specialisti saranno necessari a tale scopo?

Con la presente indagine, la Commissione Economia aziendale si prefigge di rispondere a questa e ad altre domande, con l'ausilio di un'analisi approfondita dell'approvvigionamento energetico. Le risposte aiuteranno quindi gli attori del settore degli involucri edilizi a pianificare il futuro nell'ottica della svolta energetica, ad attuare le misure necessarie e a prendere le decisioni giuste.

Commissione Economia Aziendale di Involucro edilizio Svizzera

Management Summary

Secondo le prospettive energetiche della Confederazione, il consumo annuo di energia elettrica sul territorio svizzero ammonterà complessivamente a 76 terawattora (TWh) netti. Si tratta di un aumento di circa 11 TWh rispetto al 2020. L'energia elettrica consumata nel 2050 non sarà generata da fonti nucleari. Al tempo stesso, la mobilità privata verrà elettrificata e saranno abbandonati i sistemi di riscaldamento alimentati a combustibili fossili. La Svizzera si trova dinanzi a una profonda rivoluzione sul piano energetico. L'abbandono delle centrali nucleari, l'aumento del consumo dovuto ai veicoli elettrici e la trasformazione degli impianti di riscaldamento necessitano di misure adeguate.

Le fonti rinnovabili racchiudono un potenziale notevole in fatto di produzione di energia. Soprattutto la tecnologia solare (fotovoltaico ed eliotermia) installata su tetti e facciate avrà un ruolo importante ai fini della svolta energetica. Con una crescita annua del 9% degli impianti fotovoltaici installati su tetti e facciate, nel 2050 verranno prodotti almeno 34,5 TWh di energia elettrica ricavata dal sole. Occorre utilizzare l'energia in maniera efficiente per risolvere adeguatamente il problema della scarsa produzione di energia elettrica in inverno. Ovviamente, produrre energia elettrica esclusivamente con fonti rinnovabili come la tecnologia solare non basta a risolvere questo problema. Il fattore decisivo per portare a termine la svolta energetica risiede nell'ammodernamento energetico completo del parco immobiliare svizzero. L'ammodernamento energetico ottimale degli edifici prevede il rinnovo dell'involucro edilizio (tetto, facciata, cantina, finestre) e la sostituzione degli impianti di riscaldamento. A tutto questo si aggiunge anche la produzione energetica tramite impianti solari. La semplice sostituzione degli impianti di riscaldamento, ad esempio una pompa di calore, senza ammodernare gli edifici e senza prevedere impianti solari integrativi provoca di norma un aumento indesiderato e inefficiente dei consumi di energia elettrica.

Per portare a termine la svolta energetica entro il 2050, il ritmo di ammodernamento del parco immobiliare svizzero deve essere portato dall'attuale 0,5% circa al 3,6%. L'ammodernamento energetico degli edifici entro il 2050 consentirà di risparmiare circa 17,3 TWh di energia elettrica. Naturalmente, questo comporterà anche un risparmio di vettori energetici fossili. La svolta energetica sarà attuata insieme ad altre misure quali impianti di riscaldamento alternativi e un utilizzo efficiente del surplus energetico prodotto nei mesi estivi, ad esempio per la conversione Power-to-Gas (PtX) o il riempimento dei bacini idroelettrici. Non sarà tuttavia possibile portare a termine la svolta energetica se si trascura l'ammodernamento energetico degli edifici.

Le misure di ammodernamento energetico degli edifici permettono di ridurre il consumo di energia elettrica e di soddisfare il fabbisogno di energia mediante una combinazione di fotovoltaico, energia idroelettrica, energia da legno e restanti fonti rinnovabili. Gli altri deficit ancora esistenti possono essere compensati con il surplus prodotto in estate dagli impianti solari, utilizzato in modo alternativo dalle due conversioni sopra citate (e non solo). In questo modo, la Svizzera sarebbe indipendente dall'approvvigionamento energetico proveniente dall'estero.

Occorrono tuttavia degli specialisti affinché la svolta energetica si realizzi. Da qui al 2050, la sola installazione degli impianti fotovoltaici richiederà circa 16'500 specialisti in più ogni anno. Per accelerare l'ammodernamento energetico in tutta la Svizzera, occorrono in media 20'500 specialisti in più ogni anno. È pertanto indispensabile organizzare una mole imponente di corsi di formazione.

Per sostenere la svolta energetica in Svizzera occorre dunque mettere in campo svariate misure. La svolta energetica sarà possibile potenziando in modo massiccio la tecnologia solare affinché produca almeno 34,5 TWh, così come incrementando l'efficienza nel consumo di energia mediante l'ammodernamento degli edifici sul piano energetico. È quindi essenziale organizzare una mole imponente di corsi di formazione con l'obiettivo di coinvolgere un maggior numero di lavoratori nel settore dell'ammodernamento degli edifici nonché dell'installazione e dell'utilizzo di impianti a energie rinnovabili come il fotovoltaico.

Introduzione

1.1 Situazione di partenza

Il cambiamento climatico è divenuto realtà, in Svizzera così come in tutto il mondo. È indispensabile e urgente abbandonare i combustibili fossili in favore delle energie rinnovabili. Anche se i combustibili fossili continuano a rappresentare un'importante fonte di energia – e così sarà anche in futuro – negli anni a venire (e al più tardi entro il 2050) la Svizzera, se vuole raggiungere i propri obiettivi climatici, dovrà azzerare la percentuale di vettori energetici fossili utilizzati come fonti energetiche primarie. Questo significa che dovrà verificarsi una massiccia transizione dai vettori energetici fossili alle energie rinnovabili. La Svizzera potrà compiere quest'impresa solo favorendo e attuando misure incentrate sulle energie rinnovabili e sull'ammodernamento energetico degli edifici. Anche se ad oggi è già stato installato un milione di metri quadrati di impianti fotovoltaici, sono soprattutto le centrali idroelettriche a fornire un contributo immenso alla produzione di energia rinnovabile. Il settore del solare come pure l'ammodernamento energetico degli edifici presentano però un grande potenziale, già analizzato in diversi studi.

L'Ufficio federale dell'energia ha stimato il potenziale di produzione energetica da impianti solari in circa 53 TWh all'anno. L'Università di Scienze Applicate di Zurigo (ZHAW) ha analizzato una superficie complessiva di 230 chilometri quadrati, stimandone il potenziale tra 38,8 TWh e 45,6 TWh all'anno. La differenza nelle cifre è da ricondursi alle diverse ipotesi sul grado di efficacia (17%/20%) dei pannelli solari. «Sonnendach.ch» quantifica in 100 TWh all'anno il potenziale teorico di tutte le superfici su tetti, senza fare distinzione tra superfici «efficienti» e superfici inadeguate dal punto di vista economico.¹ Questi studi non considerano inoltre le eventuali superfici alternative, ad esempio le barriere fonoisolanti lungo le autostrade, le coperture dei posteggi oppure gli impianti solari nelle zone alpine. Il potenziale derivante dallo sfruttamento delle facciate è stato considerato solo marginalmente.

Uno studio svolto da WÜST & PARTNER su commissione di Involucro edilizio Svizzera ha stabilito che in linea di massima il 2020 presenta un potenziale di circa 20 milioni di metri quadrati di facciate, includendo sia ristrutturazioni che nuove costruzioni. Occorre tuttavia considerare che non tutte le facciate presentano le premesse necessarie per installare un impianto fotovoltaico, motivo per cui il potenziale di queste facciate può essere considerato solo a titolo di integrazione.² A tale riguardo, l'Ufficio federale dell'energia cita un potenziale complessivo di circa 67 TWh, sommando le superfici di tetti e facciate.³

Secondo lo studio della ZHAW, la Svizzera dispone di circa 230 chilometri quadrati di superfici di tetti per l'installazione di impianti fotovoltaici. A questi si aggiungono le superfici sfruttabili delle facciate, che incrementano ulteriormente il potenziale complessivo del fotovoltaico.

Tuttavia, il solo sfruttamento delle superfici di tetti e facciate per la produzione di energia solare non basterà per raggiungere gli obiettivi della Strategia energetica. In questo senso, è soprattutto la stagione invernale a rappresentare un problema. Durante l'inverno, le ore di luce calano e al tempo stesso il consumo energetico aumenta, il che, spesso, può causare difficoltà. È quindi decisivo il ricorso a un mix energetico, abbinato a misure di ammodernamento efficaci e sostenibili che consentano di ridurre il consumo energetico. Questa è anche la previsione della Confederazione nelle prospettive energetiche 2050. In tal senso, la presente analisi rappresenta una stima di come sia possibile raggiungere gli obiettivi della Strategia energetica 2050 della Confederazione tramite misure di ammodernamento mirate, l'utilizzo di impianti fotovoltaici nonché un mix energetico sostenibile.

1.2 Svolta energetica tramite l'energia solare e l'ammodernamento degli edifici?

La presente indagine ha lo scopo di mettere in relazione il potenziale derivante dall'energia solare con i presupposti necessari per realizzare la svolta energetica. Occorre inoltre chiarire l'entità del contributo

effettivo che l'energia solare è in grado di apportare alla svolta energetica. Naturalmente occorre chiedersi anche se l'energia solare da sola sia sufficiente o se sia necessario attuare ulteriori misure, quali l'ammodernamento energetico degli edifici o l'installazione di impianti di riscaldamento alternativi. A tale riguardo, sono stati innanzitutto esaminati la situazione attuale e il consumo energetico odierno in Svizzera e nel mondo. Occorre stabilire quali vettori energetici determineranno quali deficit in futuro, e quali delle suddette fonti dovranno essere sostituite da energia sostenibile (solare o di altra origine). In concreto, occorre dare risposta alle seguenti domande:

- Qual è il consumo attuale di ciascun vettore energetico?
- Quale deficit comporterà l'abbandono dell'energia nucleare?

In una seconda fase, la presente indagine si occupa dell'eventuale fabbisogno supplementare che potrebbe derivare dall'aumento dell'elettrificazione della mobilità privata nonché dal maggior impiego di sistemi di riscaldamento alternativi, quali ad esempio le pompe di calore. In concreto, occorre dare risposta alle seguenti domande:

- Come e quando si svilupperà il fabbisogno supplementare? Provocherà una carenza di energia?
- A quanto ammonterà il fabbisogno supplementare di energia derivante da un maggior impiego di pompe di calore e veicoli elettrici? Come si potrà reagire alla situazione?

In terzo luogo, occorre chiedersi quale sia il potenziale del fotovoltaico e delle altre energie rinnovabili. Il quesito comprende, tra l'altro, anche la considerazione del potenziale determinato dall'ammodernamento degli edifici. In concreto, sorgono le seguenti domande:

- Qual è il potenziale di risparmio dato dalle possibili misure di ammodernamento degli edifici?
- Qual è il potenziale effettivo degli impianti fotovoltaici?

Infine, ci si chiede quali risorse occorranza per installare gli impianti fotovoltaici necessari e per attuare le misure di ammodernamento degli edifici.

- Secondo Involucro edilizio Svizzera, quanti specialisti saranno necessari per garantire la svolta energetica?

1.3 Base di dati

La base di dati utilizzata per la presente indagine è costituita dai dati pubblicati dall'Ufficio federale dell'energia e dall'Ufficio federale di statistica. Laddove possibile e sostenibile, in assenza di dati sono state formulate ipotesi basate sui valori dati dall'esperienza nel settore degli involucri edilizi, poi sottoposti a prove di plausibilità a titolo di conferma (si veda il sottocapitolo 1.3 a seguire). Inoltre, sono stati svolti calcoli propri sulla base dei dati disponibili e rilevati, nonché delle previsioni di sviluppo. Come mostrato a seguire in vari punti del documento, sono state elaborate previsioni con riferimento sia allo sviluppo del consumo energetico sia ai singoli vettori energetici che forniscono il rispettivo tipo di energia. Inoltre, ad oggi non è ancora chiaro in che modo si evolverà ad esempio la mobilità. Anche se al momento la mobilità elettrica viene fortemente incentivata, non è ancora certo se verrà effettivamente adottata dal grande pubblico. È anche da chiarire a quanto ammonterà la crescita effettiva della popolazione svizzera, quante pompe di calore verranno utilizzate e se una maggioranza politica opterà per un utilizzo quantomeno parziale dei combustibili fossili.

Sussistono inoltre dubbi sul grado di efficienza futura dei moduli fotovoltaici (moduli FV). Occorre partire dal presupposto che il grado di efficienza dei moduli FV aumenterà negli anni a venire. Questo significa che in futuro saranno sufficienti meno metri quadrati di moduli FV per produrre una maggiore quantità di energia elettrica, con conseguente riduzione delle superfici e del personale necessari. Per la presente indagine è stato considerato un grado di efficienza iniziale di circa 1 kWp per 7 metri quadrati.⁴ I calcoli effettuati in questa analisi si basano sulla potenza sopra citata.

Sono state formulate ipotesi anche relative al numero di lavoratori nel settore dell'energia solare. Al momento non esistono dati verificati circa i lavoratori attivi nel settore o le ore lavorate nel settore dell'energia solare. Di conseguenza, le cifre si basano su ipotesi risultanti dai valori di esperienza di Involucro edilizio Svizzera. Ai fini della plausibilizzazione dei calcoli svolti in questa analisi (si veda il punto 8) è stato considerato il numero di tutti i moduli solari costruiti e il relativo fatturato al metro quadro, nonché la percentuale dei costi dei salari sul fatturato. Il calcolo comprende pertanto anche i moduli FV non installati da un'azienda del settore degli involucri edilizi, bensì da imprese del settore elettrico, delle costruzioni in legno o della tecnologia edilizia. Tuttavia, i costi dei salari sono stati calcolati in base alle ore da prestare e alle aliquote di Involucro edilizio Svizzera. Ciononostante le cifre sono comunque plausibili, tanto più che il calcolo dei costi dei salari come pure le ore da prestare e le retribuzioni sono all'incirca analoghi in tutti i settori.

Ai fini della plausibilità in fatto di produzione e consumo di energia, in particolare elettricità, nonché ai fini di un confronto tra le cifre, sono state utilizzate come base le Prospettive energetiche 2050+⁵ della Confederazione, in particolare le cifre della variante ZERO base.

Le Prospettive energetiche 2050+ analizzano all'interno dello scenario «Saldo netto pari a zero» (il cosiddetto scenario ZERO) uno sviluppo del sistema energetico compatibile con l'obiettivo climatico a lungo termine di azzerare le emissioni di gas serra nel 2050, al tempo stesso garantendo un approvvigionamento energetico sicuro.

La Confederazione ha analizzato diverse varianti di questo scenario, caratterizzate da un mix variegato di tecnologie. I percorsi tecnologici sono stati denominati variante base (ZERO base) e varianti A, B e C (ZERO A, ZERO B e ZERO C). Per il sistema elettrico sono state inoltre analizzate ulteriori varianti basate su diverse ipotesi relative al potenziamento delle energie rinnovabili nel settore elettrico. Viene denominata «ZERO base» quella variante che, secondo la Confederazione, è la più vantaggiosa in quanto presenta il massimo livello possibile di efficienza dei costi e di accettazione da parte della società, oltre a considerare gli aspetti legati alla sicurezza di approvvigionamento come pure un raggiungimento realistico/adequato/concreto degli obiettivi. Ai fini del raggiungimento degli obiettivi, la Confederazione si concede tuttavia un certo margine di manovra, mostrato dalle varianti A, B e C. In ZERO A avviene una forte elettrificazione, in ZERO B vengono impiegati più gas sintetici e in ZERO C i vettori energetici liquidi basati sull'energia elettrica e le reti termiche hanno un peso maggiore rispetto alla variante di base.⁶ Quest'analisi avviata da Involucro edilizio Svizzera è orientata alla variante ZERO base.

1.4 Delimitazione

A questo punto va sottolineato che la presente indagine costituisce un'analisi interna di Involucro edilizio Svizzera, senza alcuna pretesa di completezza empirica. Rappresenta unicamente una possibile direzione che determinati settori potrebbero intraprendere in futuro. Come spiegato in precedenza, la base di dati è in parte insufficiente, il che talvolta ha determinato la necessità di formulare ipotesi.

2 Fabbisogno energetico e consumo

2.1 Consumo energetico mondiale

Indipendentemente dal settore, dal luogo o dall'attività di un'impresa, la sostenibilità è diventata un tema centrale della nostra epoca. L'aumento della popolazione mondiale, l'incremento costante dell'aspettativa di vita, la crescente digitalizzazione nonché l'aumento del benessere e la conseguente mobilità delle persone in ogni angolo del globo sono solo alcuni dei fattori che determinano un maggiore fabbisogno di energia e risorse.

La conseguenza è l'aumento continuo del consumo energetico primario del mondo, ossia il consumo di vettori energetici ancora non soggetti a trasformazioni o a preparazione tecnica.⁷ Nel 2019, il consumo

energetico primario globale ammontava a 583,9 exajoule. Nel 2010, invece, il consumo si è attestato a soli 506,2 exajoule. Se si considera lo sviluppo su un arco temporale più lungo, ad esempio dal 1980 al 2019, il consumo energetico mondiale del 1980 (279,46 exajoule) è addirittura raddoppiato nel 2019. Una piccola eccezione a questa tendenza si è verificata nel 2020. La pandemia mondiale di Coronavirus ha determinato una contrazione del consumo energetico a circa 556,63 exajoule, soprattutto per via delle forti limitazioni all'economia dovute in parte ai cosiddetti lockdown. Le cifre del 2021 dovrebbero essere analoghe, mentre il consumo energetico post-pandemia tornerà sicuramente a stabilizzarsi sui livelli pre-pandemia. Resta il dubbio su quale sarà l'impatto a lungo termine del conflitto in Ucraina sul consumo energetico.

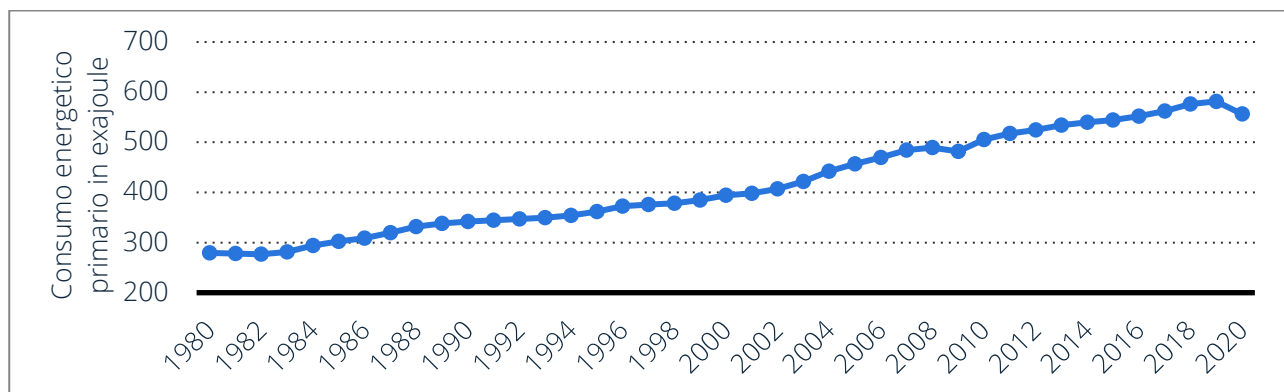


Diagramma 1: Consumo energetico primario mondiale in exajoule | Fonte: British Petroleum: Statistical Review of World Energy, 2021, p. 10, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

I vettori energetici fossili sono ancora i più consumati nel mondo. Petrolio, gas e carbone rappresentano il trittico più gettonato, che costituisce oltre l'84% del consumo energetico mondiale. Ad oggi, l'energia idroelettrica, le energie rinnovabili (ad esempio il solare), ma anche l'energia nucleare, nel loro complesso, continuano a rappresentare una minima parte del consumo energetico primario, con una percentuale di circa il 16%.

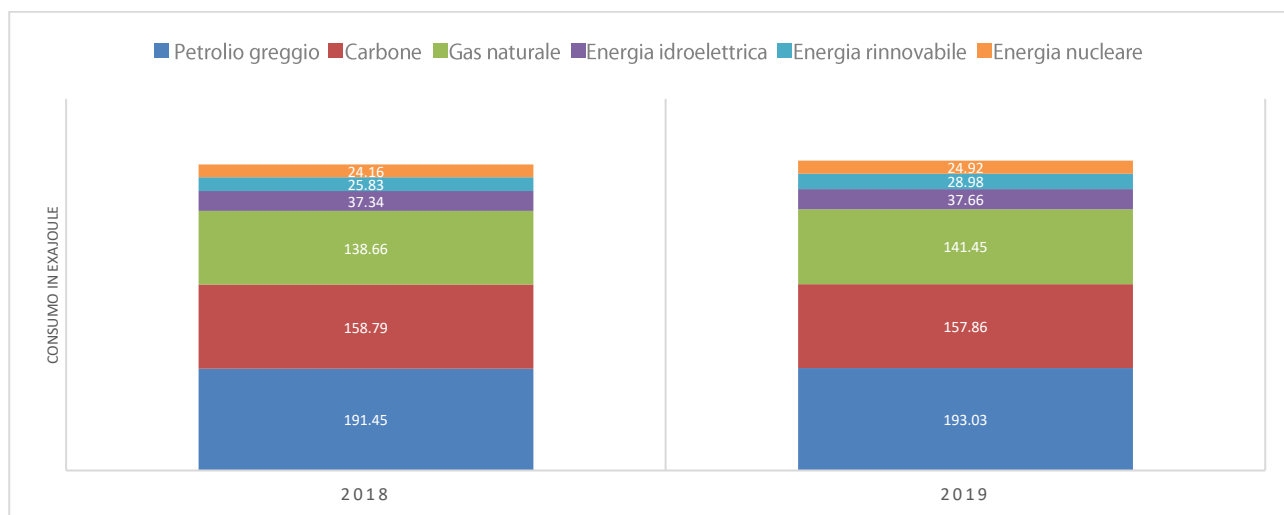


Diagramma 2: Consumo energetico primario mondiale in exajoule 2018/19 | Fonte: British Petroleum: Statistical Review of World Energy, 2021, p. 9, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

2.2 Consumo energetico svizzero

La Svizzera presenta un quadro analogo. Nel Paese, i vettori energetici fossili continuano a rappresentare la maggior parte del consumo energetico complessivo. I prodotti petroliferi (combustibili petroliferi e carburanti) con il 43,8% (2019: 48,7%) insieme al gas con il 15,1% (2019: 13,8%) costituiscono le fonti più gettonate, seguite dall'elettricità con circa il 26,8% (2019: 24,7%). La percentuale residua, ossia il 14,3%

(2019: 12,8%), è composta da una piccola quota di carbone, energia da legno, teleriscaldamento, scarti industriali e altre energie rinnovabili. Il legno è la fonte principale di questo gruppo, responsabile della produzione di circa 11 TWh. Confrontando il 2020 con gli anni precedenti, tuttavia, si evince che il consumo di combustibili fossili è calato nel corso dell'anno. Le spiegazioni di questo fenomeno non sono ancora state chiarite, tuttavia non è da scartare l'ipotesi secondo cui la pandemia di Coronavirus abbia apportato il suo contributo in questo senso. I principali responsabili del consumo energetico erano il traffico con il 32,8% (2019: 37,7%), seguito dalle abitazioni private con una percentuale del 29,3% (2019: 27,2%), dall'industria con il 19,5% (2019: 18%) e i servizi con il 17,3% (2019: 16,1%).⁸

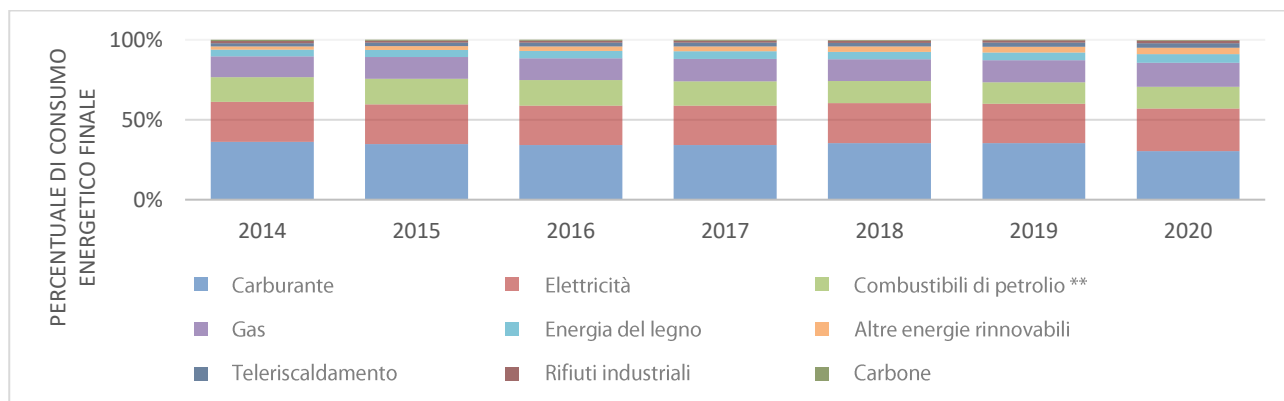


Diagramma 3: Percentuale di consumo energetico finale in Svizzera | Fonte: Statistica globale svizzera dell'energia 2020, p. 2, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-globale-dellenergia.html>

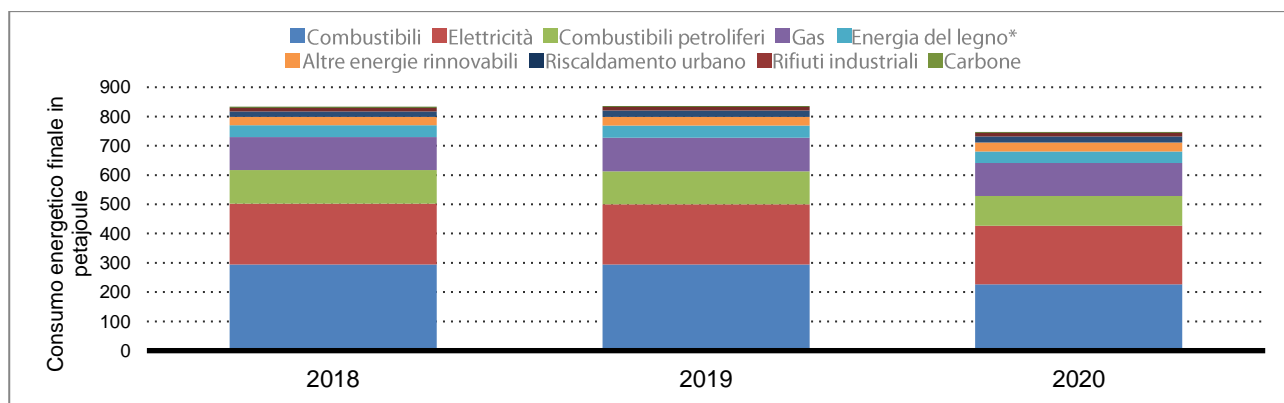


Diagramma 4: Consumo energetico finale in petajoule 2018/19/20 | Fonte: Statistica globale svizzera dell'energia 2020, p. 2, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-globale-dellenergia.html>

2.3 Consumo di energia elettrica in Svizzera

2.3.1 Fabbisogno svizzero annuale di energia elettrica

La quantità di TWh di energia elettrica assorbiti ogni anno dalle prese di corrente in Svizzera è rimasta molto stabile nell'arco degli ultimi 20 anni. Negli anni dal 2000 al 2020, il consumo finale di energia elettrica ha subito solo una leggera variazione, attestandosi tra 50 e 60 TWh. Pertanto, nel 2000 sono stati consumati 52,3 TWh a fronte dei 55,7 del 2020 (si veda il diagramma del consumo finale in petajoule: elettricità 200,6 petajoule = 55,7 TWh). Occorre tuttavia considerare che i 55,7 TWh non rappresentano il consumo complessivo, bensì l'energia elettrica utilizzata dai consumatori finali. Nel 2020, il consumo energetico complessivo ha toccato circa i 62,4 TWh: questo valore comprende le pompe delle centrali di accumulazione con impianto di pompaggio, il fabbisogno proprio delle centrali elettriche e le perdite nell'intera rete elettrica.⁹

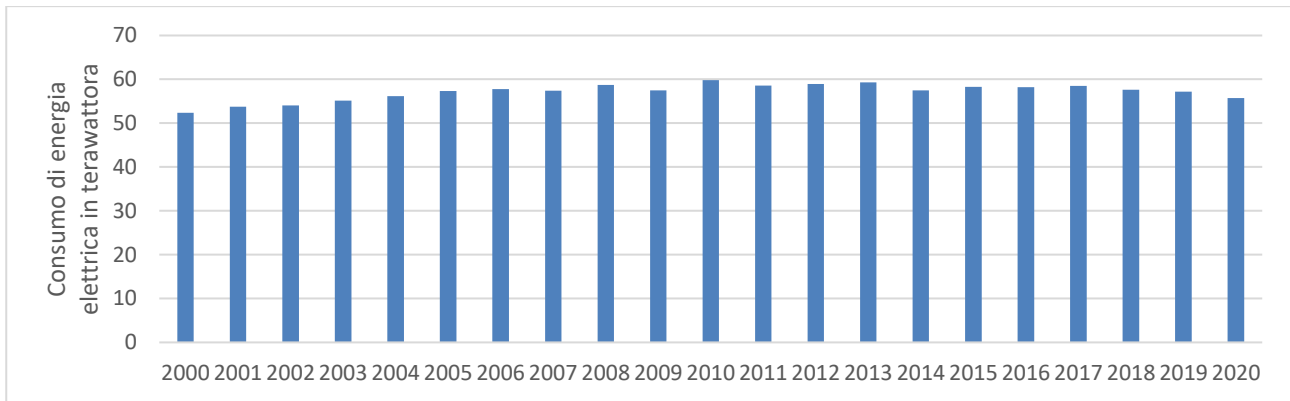


Diagramma 5: Consumo energetico finale in Svizzera | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 24, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

La quantità di energia elettrica effettivamente prodotta in Svizzera era tuttavia un po' più elevata. Nel 2020 sono stati prodotti circa 69,4 TWh di energia elettrica, la maggior parte dei quali proviene dall'energia idroelettrica e dal nucleare, mentre solo una piccola percentuale proviene da energie rinnovabili. Per il futuro, le energie rinnovabili giocheranno però un ruolo importante, soprattutto perché in Svizzera l'energia nucleare rappresenta un modello in declino. Al tempo stesso, la riduzione dei combustibili fossili determinerà un incremento del consumo energetico.

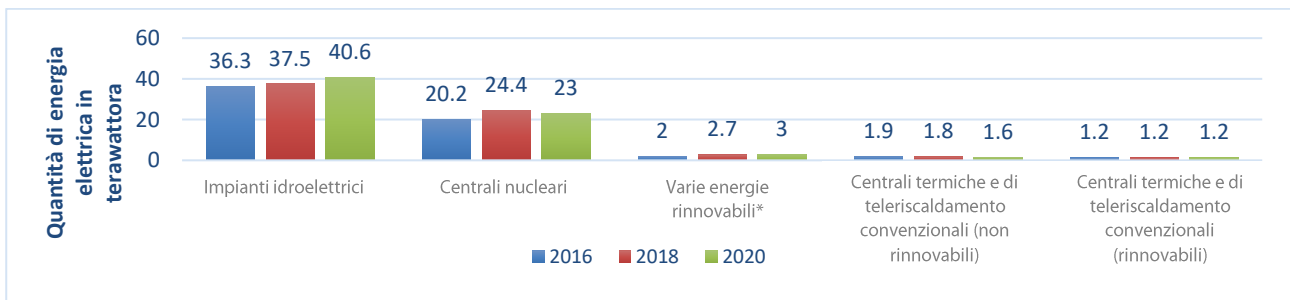


Diagramma 6: Mix energetico in Svizzera | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 2, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

2.3.2 Consumo di energia elettrica svizzero a seconda dei mesi

Ovviamente, l'energia elettrica prodotta in Svizzera non viene consumata in modo regolare nel corso dell'anno. Da ottobre a marzo 2022, il consumo mensile nazionale di energia elettrica si è attestato su una media di 5,1 TWh. Invece, nei mesi primaverili ed estivi si è registrato un consumo di circa 4,1 TWh. Al momento è possibile coprire tutto il consumo di energia elettrica con la produzione dall'energia idroelettrica e dal nucleare. Osservando i dati del 2020 si evince che, in particolare da marzo a novembre, è stata prodotta una quantità di energia elettrica superiore a quella necessaria.

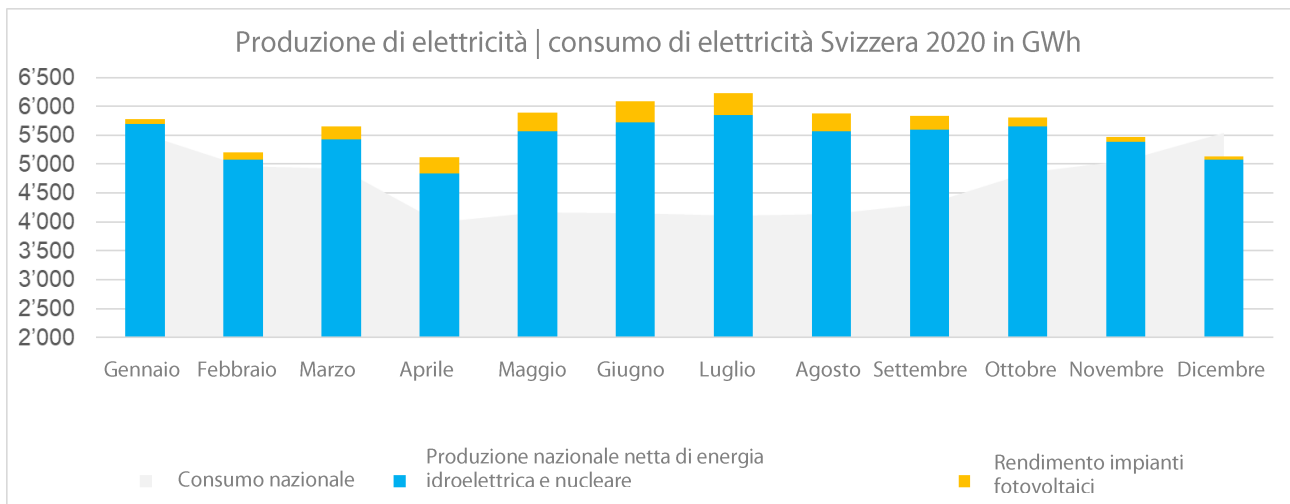


Diagramma 7: Produzione e consumo di energia elettrica in Svizzera 2020 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera 2020-1

Pertanto, al momento ancora non sussistono problemi relativi al fabbisogno di energia elettrica. Nel corso dell'intero anno viene prodotta più energia elettrica di quanta ne venga consumata. Ne consegue che la Svizzera è attualmente un Paese esportatore di energia elettrica.

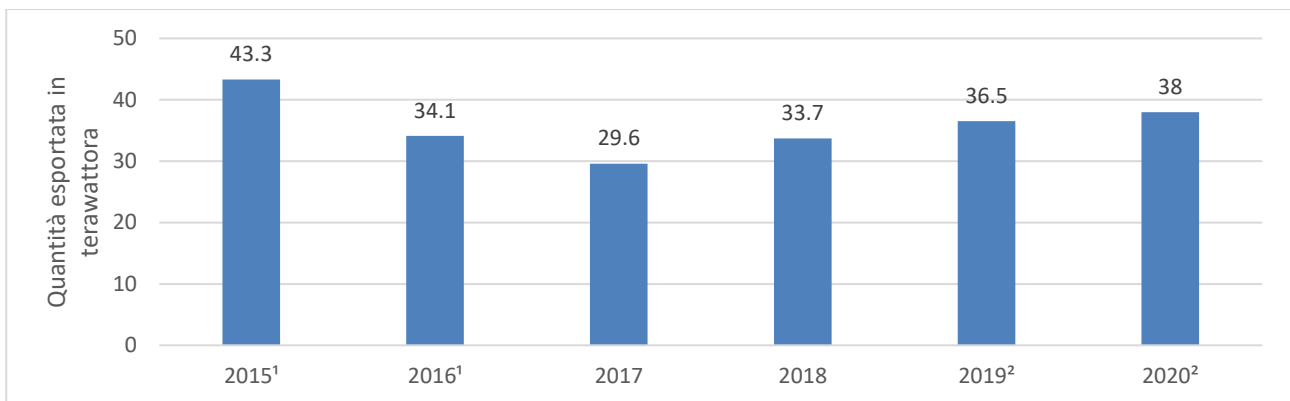


Diagramma 7: Esportazione di energia elettrica dalla Svizzera | Fonte: EZV (swissimpex), versione: 1.4.2021 / Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 36, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell-elettricit.html>

La rappresentazione relativa ai 38 TWh esportati dalla Svizzera potrebbe apparire fuorviante. Come detto sopra (punto 2.3.1), nel 2020 la produzione totale di energia elettrica è stata pari a 69,4 TWh. Sono stati ricavati circa 55,7 TWh ed esportati 38 TWh di elettricità. Ciò è stato possibile solo perché la Svizzera ha anche importato energia elettrica. Si parla di circa 32,8 TWh nel 2020.

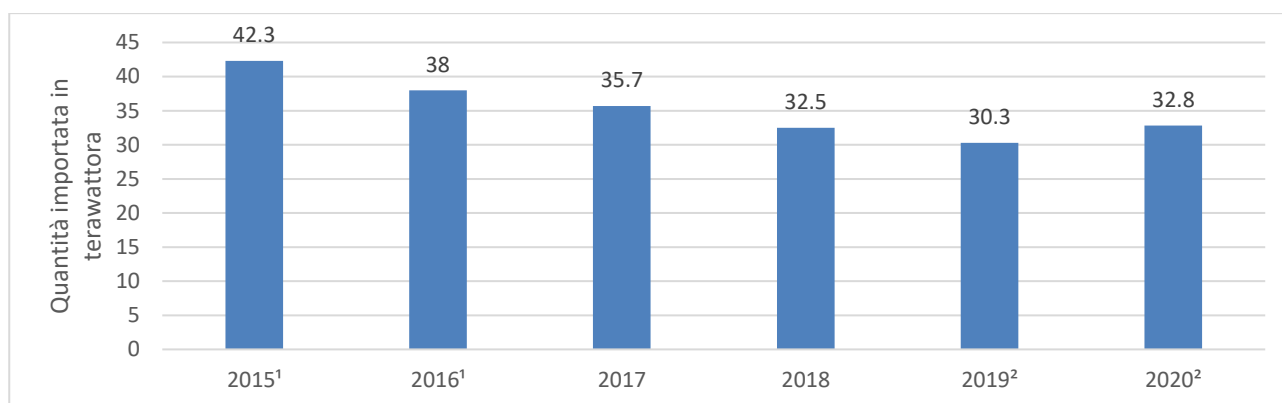


Diagramma 8: Importazione di energia elettrica in Svizzera | Fonte: EZV (swissimpex), versione: 1.4.2021 / Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 36, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

La mole complessiva di elettricità disponibile per il 2020 ammonta quindi a 69,4 + 32,8 TWh. Da questi occorre sottrarre i 62,4 TWh di consumo complessivo effettivo così come i 38 TWh di energia esportata. Restano inoltre alcune perdite (1,8 TWh) dovute alla trasmissione di energia elettrica.

2.4 Quali vettori energetici saranno abbandonati in futuro?

2.4.1 Energia nucleare

Nel 2020, l'energia nucleare rappresentava circa il 32,9% dell'intero mix energetico, ovvero della totalità di energia elettrica prodotta in Svizzera.¹⁰ Ad oggi, in Svizzera restano attive quattro centrali nucleari. Una quinta centrale, quella di Mühleberg, è stata scollegata dalla rete nel 2019. Le altre quattro, Beznau 1 e Beznau 2, Leibstadt e Gösgen, sono attualmente in funzione. Tuttavia, una volta messe fuori servizio, non saranno più sostituite. Nel 2020, le quattro centrali nucleari hanno prodotto complessivamente 22'991 GWh (23 TWh) di energia elettrica.¹¹ Occorre tuttavia considerare che non tutti i 23 TWh sono stati consumati dalle prese elettriche degli edifici svizzeri. La produzione di energia nucleare ha contribuito al mix energetico effettivo solo per il 19,9%.¹² Naturalmente, ad oggi la produzione delle centrali nucleari è necessaria nell'ambito dell'intero mix energetico: mentre da un lato l'esportazione di energia nucleare fa parte delle attività di import-export, dall'altro lato il Paese acquista energia eolica. Tuttavia, la Svizzera si prepara a dismettere le centrali nucleari. È quindi previsto che la centrale Beznau 1 verrà scollegata dalla rete nel 2029, seguita dalla centrale Beznau 2 nel 2032. A partire dal 2032, la produzione di energia elettrica calerà di 5956 GWh all'anno. Gösgen verrà scollegata dalla rete nel 2039: questo comporterà un'ulteriore perdita di 7708 GWh, a cui vanno aggiunti i 9326 GWh prodotti ogni anno da Leibstadt, che si prevede rimarrà in funzione fino al 2044. Entro il 2044, l'abbandono dell'energia nucleare comporterà un calo di produzione complessivo di circa 23 TWh (almeno potenzialmente), che ovviamente dovranno essere ricavati in altro modo.

2.4.2 Combustibili fossili

In virtù della strategia a emissioni zero (ZERO base secondo le Prospettive energetiche 2050+), il consumo di vettori energetici fossili calerà sensibilmente entro il 2050¹³. Si prevede invece una forte crescita del consumo sia di elettricità sia di teleriscaldamento. Oggi, i combustibili fossili rappresentano circa il 43,8% dell'intero consumo energetico finale. La maggior parte del consumo energetico finale (circa il 26%) deriva da carburanti come diesel e benzina. La parte restante è suddivisa tra olio da riscaldamento (13,4%), cherosene (4,05%) e carbone (0,48%).

Secondo le Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, nell'ambito dell'approccio ZERO base è possibile presupporre che nel 2050 la percentuale di elettricità riferita all'intero consumo energetico finale

sarà circa del 43% (2020: 26,8%, 55,7 TWh). Al tempo stesso aumenterà il consumo di vettori energetici rinnovabili (in particolare calore ambientale e biomasse), e nel lungo periodo si farà maggior ricorso a fonti di energia basate sull'energia elettrica (PtX). In generale occorre però partire dal presupposto (nell'ambito di ZERO base) che, in confronto al 2000, nel lungo periodo si verificherà una contrazione del consumo energetico finale in tutti i settori. Tale contrazione sarà particolarmente evidente nel settore dei trasporti, supererà quota 40% nel periodo dal 2019 al 2050 e sarà da ricondursi soprattutto all'adozione di veicoli elettrici e all'aumento dell'efficienza dei motori elettrici. Oltre alla penetrazione dei veicoli elettrici, il calo del consumo energetico finale è però dovuto anche a misure di efficienza che interessano edifici, processi, impianti e apparecchiature. Secondo le Prospettive energetiche 2050+, gli incrementi di efficienza rivestono grande importanza per l'intero sistema, poiché consentono di attutire l'aumento del consumo di elettricità e biomasse. Questo aspetto è molto importante dal punto di vista della sicurezza di approvvigionamento nel settore dell'energia elettrica, nonché in relazione al mantenimento dei limiti potenziali dell'impiego di biomasse.¹⁴ Nell'ambito dell'approccio ZERO base, per il 2050 la Confederazione presuppone che i vettori energetici riportati a seguire assumeranno un'importanza cruciale, arrivando a coprire l'intero consumo energetico di circa 523 petajoule, ossia 145,2 TWh (2019 = 210 TWh).

Vettori energetici	Quote in TWh 2050
Teleriscaldamento	11,4 (41 PJ)
Elettricità	63,3 (228 PJ)
Legno	6,7 (24 PJ)
Restanti fonti rinnovabili	41,7 (150 PJ)
PtX	15,5 (56 PJ)
Gas naturale	1,7 (6,0 PJ)
Rifiuti e scarti industriali/petrolio	5 (18 PJ)
Totale	145,3 TWh (523 PJ)

È però importante citare che, in questo contesto, la cifra di 145,43 TWh si riferisce all'energia prodotta e non all'energia complessiva, che comprende quella necessaria alla produzione.¹⁵

2.5 Fabbisogno energetico futuro

2.5.1 Aspetti generali

Nell'ambito del modello ZERO base, le Prospettive energetiche 2050+ partono dal presupposto che nel 2050 il fabbisogno energetico calerà da circa 757 petajoule (210,3 TWh) del 2019 (2020: 708 petajoule = 196,7 TWh) a circa 523 petajoule (145,3 TWh).¹⁶ Mentre il consumo dei vettori energetici soprattutto fossili sarà azzerato, il consumo di elettricità crescerà dai 55,7 TWh odierni fino ai 63,3 TWh.

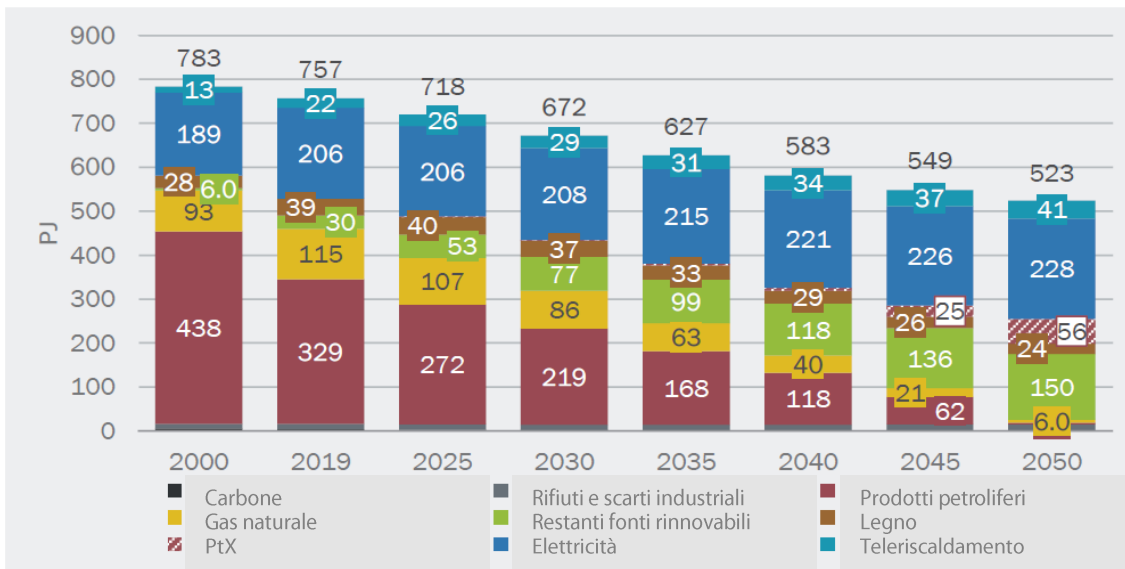


Figura 1: Andamento del consumo energetico | Fonte: KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 35

Come chiaramente mostrato in figura, si verificherà invece un calo del consumo energetico. Le Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione motivano il suddetto calo come segue:

Nel lungo periodo, i veicoli elettrici comporteranno costi complessivi inferiori rispetto ai veicoli con motori tradizionali (a combustibili fossili). Poiché i prezzi dei vettori energetici basati sull'energia elettrica (come l'idrogeno) resteranno elevati anche nel lungo periodo, nel 2050 il settore automotive sarà dominato soprattutto dai veicoli elettrici a batteria. Nel settore dei trasporti, in alcuni ambiti di applicazione (ad esempio il trasporto di merci pesanti) viene impiegato a titolo integrativo idrogeno basato sull'energia elettrica nei veicoli a celle di combustibile. Le pompe di calore sono efficienti, non emettono (direttamente) gas serra e i costi di investimento si ridurranno notevolmente con il passare del tempo. Le pompe di calore rivestono quindi un'importanza notevole ai fini della riduzione delle emissioni di gas serra in ambito edilizio. Oltre a ciò, poiché le energie rinnovabili presentano potenziali sia permanenti che legati all'area geografica, si assisterà a un potenziamento delle reti termiche e di conseguenza a un incremento dell'utilizzo di riscaldamento locale e teleriscaldamento per garantire il riscaldamento dei locali e la produzione di acqua calda.

Al momento, la maggior parte dell'energia viene utilizzata per la produzione di riscaldamento dei locali (45 TWh) e per la mobilità (36 TWh). Tra il 2019 e il 2050, l'aumento dell'efficienza energetica dato dall'ammodernamento energetico degli edifici e dalla transizione verso pompe di calore e veicoli elettrici determineranno una riduzione notevole del consumo energetico per il riscaldamento dei locali e la mobilità: si prevede un calo del 30% per il riscaldamento e del 44% per la mobilità. Indipendentemente da queste cifre, nel 2050 i due ambiti di utilizzo sopra citati saranno i maggiori responsabili del consumo energetico anche nell'ambito dell'approccio ZERO base. La riduzione più significativa riguarda il consumo energetico per l'illuminazione (calo a 2,7 TWh, - 60%). Nel periodo compreso tra il 2019 e il 2050 si prevede

solo una leggera diminuzione del consumo nei settori I&C, mezzi di intrattenimento (calo a 3,7 TWh, - 5%) nonché clima, ventilazione e domotica (- 10%).¹⁷

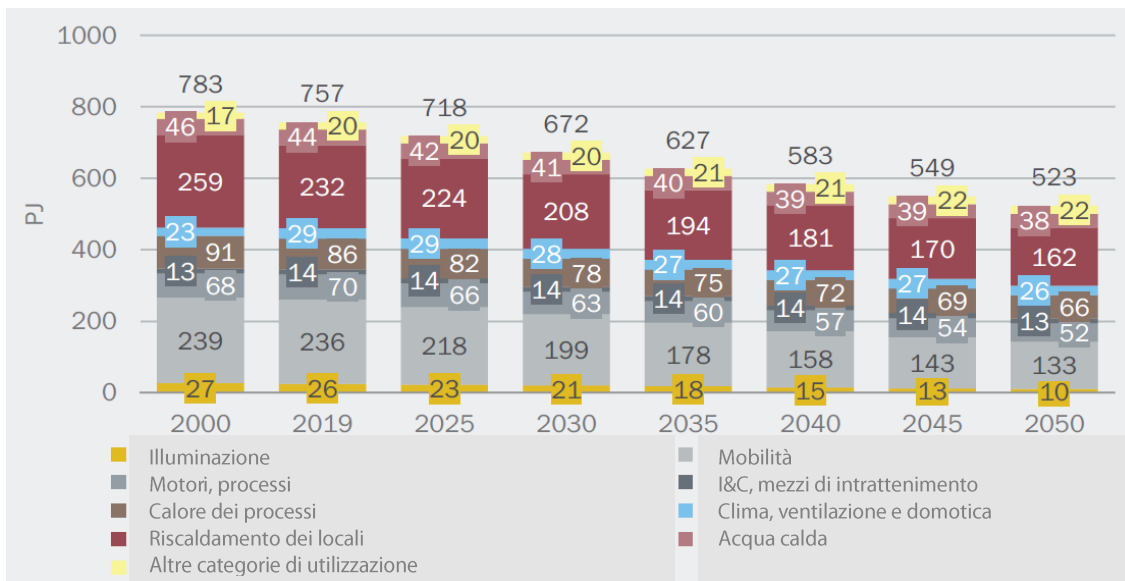


Figura 2: Andamento del consumo di energia elettrica per categoria di utilizzazione | Fonte: KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 37

2.5.2 Fabbisogno energetico della mobilità e del riscaldamento dei locali

Come descritto, l'approccio ZERO base della Confederazione presuppone che anche nel 2050 il riscaldamento dei locali e la mobilità continueranno a essere i maggiori responsabili del consumo energetico (complessivamente 81 TWh). Occorre elettricità per coprire il fabbisogno energetico della mobilità (in particolare quella elettrica). Il riscaldamento dei locali richiede impianti di riscaldamento alternativi e un ammodernamento degli edifici, aspetti previsti anche nell'approccio ZERO base. Involucro edilizio Svizzera ha presentato qui di seguito calcoli propri relativi ai due principali ambiti del fabbisogno energetico. I calcoli si basano su valori di consumo e ipotesi attuali: secondo queste ultime, da un lato si arriverà a una elettrificazione completa della mobilità individuale (si veda al riguardo anche il divieto relativo ai motori a scoppio a partire dal 2035)¹⁸, mentre dall'altro lato gli impianti di riscaldamento alimentati con fonti fossili verranno sostituiti da una pompa di calore o da impianti di riscaldamento a pellet.

2.5.3 Fabbisogno energetico della mobilità

Secondo la previsione (si veda 2.5.1), anche in futuro i principali responsabili del consumo energetico saranno il riscaldamento dei locali e la mobilità. Tuttavia, si verificherà una chiara transizione dai combustibili fossili a fonti di energia basate sull'energia elettrica. Il 2020 ha registrato un consumo di circa 2,06 milioni di tonnellate di benzina e di circa 2,7 milioni di tonnellate di diesel.¹⁹ Nel complesso sono stati consumati 196 terajoule di diesel e benzina, pari a circa 54 TWh. Questo corrisponde a un consumo energetico medio di 56,7 kWh ogni 100 chilometri percorsi da un veicolo, ossia 0,567 kWh al chilometro. Se si estrapola il consumo chilometrico dai 54 TWh complessivamente consumati, si evince una percorrenza media di circa 15'500 chilometri per ogni veicolo (6'197'745 veicoli, ad esclusione dei veicoli elettrici, compresi i veicoli ibridi, le motociclette e le macchine agricole).²⁰ Dei circa 6,2 milioni di veicoli che circolano sulle strade svizzere, circa 4,65 milioni sono automobili e circa 770'000 sono motociclette.²¹

Se ora si considera la stessa quantità di veicoli elettrici (anche nel settore agricolo, e includendo motociclette nonché veicoli ibridi), a parità di chilometraggio (in totale 96 miliardi di chilometri / 15'500 per ogni veicolo) il consumo energetico non equivale più a 54 TWh, bensì risulta più che dimezzato, ossia appena 20,6 TWh.²² Secondo le Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, entro il 2050

l'energia consumata dal settore dei trasporti sarà esclusivamente energia elettrica (ZERO base). Da un lato questo comporta che, nonostante una maggiore efficienza energetica dei veicoli elettrici, per ricaricarli sarà necessaria una maggiore quantità di elettricità (corrente elettrica). In un'ottica di lungo periodo, nel complesso diminuirà la quantità di energia (fossile) necessaria. Se per il momento ci si concentra sulla situazione delle automobili e delle motociclette, si riscontra che nell'ultimo decennio sono stati immatricolati 58'000 veicoli²³ nuovi all'anno. Le ragioni sono molteplici. Il fatto che ogni anno circa 80'000 persone emigrino in Svizzera, gioca sicuramente un ruolo a tale riguardo. Se si parte dal presupposto che questa tendenza durerà nel tempo e che la flotta svizzera di automobili crescerà di «appena» 25'000 unità ogni anno, nel 2050 circoleranno oltre 6,15 milioni tra autovetture e motociclette. Tutti i suddetti veicoli sarebbero elettrici, in ottemperanza all'obiettivo di un saldo netto pari a zero. Se poi si parte anche dal presupposto che i suddetti 6,5 milioni tra autovetture e motociclette continuano a percorrere circa 15'500 chilometri all'anno, calcolando l'attuale fabbisogno energetico di ciascun veicolo (0,21 kWh al chilometro) risulterebbe un consumo di circa 3,25 GWh. Moltiplicando questo risultato per 6,15 milioni di veicoli, si ottiene un valore di circa 20'000 GWh. Questo calcolo non considera le altre tipologie di veicoli, come le macchine agricole o i TIR. Per fornire energia elettrica a tutte le automobili e le motociclette, nel 2050 la Svizzera avrà quindi bisogno all'incirca della quantità di elettricità oggi prodotta dalle quattro centrali nucleari ad oggi ancora operative (circa 23 TWh). In questo contesto non è stato considerato il fatto che, entro il 2050, il fabbisogno di energia elettrica per ogni chilometro percorso probabilmente calerà. Non è stato inoltre considerato il fatto che probabilmente da oggi al 2050 non tutte le automobili e le motociclette funzioneranno a batteria, nonostante si preveda di vietare i motori a scoppio. Inoltre, alcune automobili saranno alimentate con carburanti sintetici oppure con celle di combustibile. Tuttavia, la presente analisi ha tenuto conto di tale eventualità presupponendo che probabilmente il numero di autovetture non aumenterà di sole 25'000 unità all'anno, bensì l'incremento sarà tendenzialmente maggiore a seconda di immigrazione, crescita economica e livello di benessere. Inoltre, anche la produzione di idrogeno continuerà a richiedere elettricità: questo è un altro aspetto da tenere in considerazione. Sulla base di questa ipotesi, Involucro edilizio Svizzera presuppone che il consumo di elettricità crescerà almeno di 20 TWh.

2.5.4 Fabbisogno energetico per il riscaldamento

Le pompe di calore rappresentano una soluzione di riscaldamento sempre più apprezzata: secondo le Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, andranno a sostituire almeno parzialmente gli attuali impianti di riscaldamento a olio. Nel 2020, in Svizzera sono state utilizzate oltre 350'380 pompe di calore (dal 1990 al 2020).

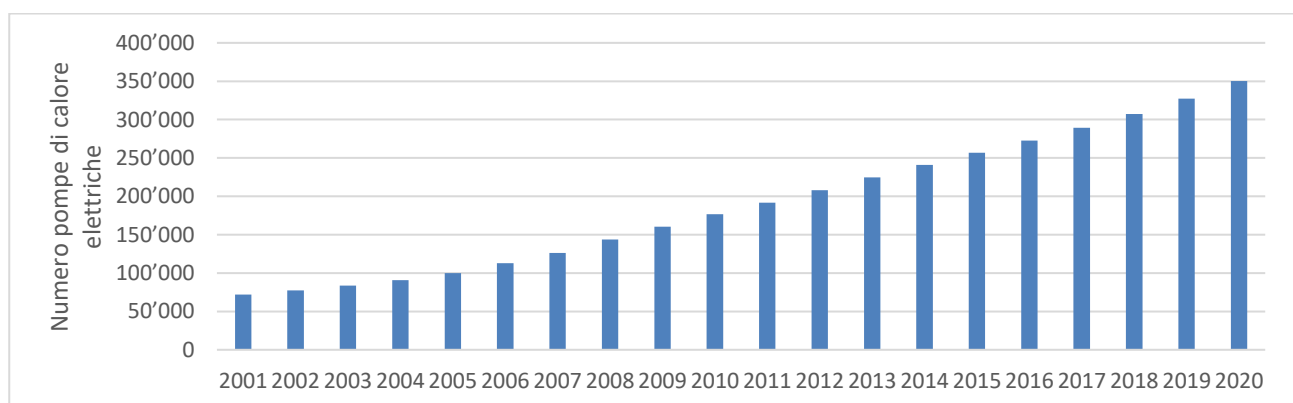


Diagramma 9: Numero pompe di calore elettriche in Svizzera | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 51, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

Il numero di pompe di calore cresce costantemente e continuerà ad aumentare in un'ottica di abbandono dei combustibili fossili, tanto più che in futuro non verranno più utilizzati nemmeno gli impianti di riscaldamento a olio. Già oggi la situazione attuale nel mondo ha rafforzato questa tendenza in modo

efficace. Il deficit dilagante di olio e gas del 2022 dovuto alla guerra in Ucraina ha provocato una vera e propria caccia alle pompe di calore.

Una pompa di calore funziona a energia elettrica e non a combustibili fossili come olio e gas. La quantità di energia elettrica di cui una pompa di calore ha bisogno dipende da quanto calore deve fornire, e quindi dal livello di permeabilità energetica della casa. L'installazione di una pompa di calore in una casa con una classe energetica bassa in sostituzione di un impianto di riscaldamento a olio o a gas richiede un'enorme quantità di energia elettrica per fornire il calore necessario. Per l'ammodernamento energetico degli edifici, Involucro edilizio Svizzera ha sviluppato la cosiddetta Strada dei re e+²⁴, che illustra le opportunità di risparmio energetico negli edifici. Tuttavia, ai fini di una rappresentazione e una distinzione chiare delle singole misure sull'involucro edilizio, la presente analisi si basa su quattro varianti di ammodernamento. Sulla base delle suddette varianti, è possibile illustrare il grado di efficienza che l'edificio raggiunge dopo un ammodernamento adeguato.

Variante uno: Sostituzione del riscaldamento a olio/gas con una pompa di calore

Variante due: Sostituzione dell'impianto di riscaldamento (V1) e ammodernamento del tetto

Variante tre: Sostituzione dell'impianto di riscaldamento (V1) più ammodernamento del tetto (V2) nonché sostituzione della facciata e delle finestre (l'ammodernamento delle facciate prevede sempre la sostituzione delle finestre)

Variante quattro: Sostituzione dell'impianto di riscaldamento (V1) più ammodernamento del tetto (V2) nonché sostituzione della facciata e delle finestre (V3) come anche del pavimento della cantina

Tutte e quattro le varianti prevedono l'installazione di una pompa di calore in sostituzione a un impianto di riscaldamento a olio. Nel caso della variante uno, ogni anno la pompa di calore consuma circa 162 kWh²⁵ al metro quadrato di superficie abitabile. Il consumo scende a 140 kWh nella variante due e a circa 125 kWh nella variante tre. Se si applica la variante quattro, il consumo è di circa 112 kWh. Per calcolare l'effettivo fabbisogno di energia elettrica, questi valori sono stati divisi per il fattore di ponderazione nazionale.²⁶ Poiché si tratta dell'energia complessiva efficiente (parametro energetico ponderato per riscaldamento, acqua calda, illuminazione ed elettrodomestici), è stata sottratta la percentuale di elettricità (illuminazione ed elettrodomestici) in quanto l'unico dato necessario è il fabbisogno di energia elettrica per la produzione di riscaldamento e acqua calda. Si tratta comunque solo di un'ipotesi, dal momento che non è stato possibile estrapolare i valori esatti dalle basi di dati. Poiché in proporzione la percentuale di energia elettrica per l'illuminazione e gli elettrodomestici relativa alla variante uno è inferiore rispetto alla variante quattro, è stata compensata con deduzioni percentuali. Ai fini della plausibilizzazione, i consumi energetici reali sono stati misurati sulla base di un edificio di confronto²⁷ già sottoposto ad ammodernamento energetico completo. In concreto, si è riscontrato un fabbisogno energetico pari a 11'600 kWh per la pompa di calore, a fronte di un ulteriore fabbisogno energetico (generale) di 9000 kWh. Risulta quindi un consumo complessivo di 20'600 kWh²⁰. Pertanto, la pompa di calore incide per il 56% (arrotondato al 60%) sul consumo di energia elettrica complessivo. Nei vecchi edifici non ristrutturati, il fabbisogno energetico della pompa di calore aumenta mentre il fabbisogno energetico rimane invariato, e questo si deve alle maggiori perdite di calore a causa del pessimo isolamento ecc. È stata formulata l'ipotesi secondo cui nella variante uno la percentuale del fabbisogno energetico generale (senza pompa di calore) è pari al 20%.

Percentuale di elettricità	V1	V2	V3	V4
Illuminazione ed elettrodomestici	20%	30%	35%	40%
Pompa di calore riscaldamento e acqua calda	80%	70%	65%	60%

Se entro il 2050 tutti gli impianti di riscaldamento ancora alimentati a combustibili fossili (circa 900'000) venissero sostituiti da una pompa di calore, il fabbisogno energetico risultante per tutte le pompe di calore messe in funzione sarebbe quello indicato a seguire a seconda della variante.

Fabbisogno energetico pompe di calore 2050	V1	V2	V3	V4
Fabbisogno energetico pompa di calore in GWh	28'963	17'046	11'671	9340
Fabbisogno energetico pompa di calore in GWh, comprensivo di impianto eliotermico	25'390	14'054	8544	6213

Il potenziale di risparmio per la variante tre ammonta a circa 17'292 GWh. Pertanto, nel 2050 il fabbisogno sarebbe pari a 11'671 GWh. Ai fini del calcolo del bilancio annuale, da questa cifra è stato sottratto l'aumento dell'energia da legno (tasso di crescita annuale 1%). Questo corrisponde alla differenza tra 10'967 GWh (2020) e 14'781 GWh (2050), ossia 3814 GWh. Pertanto, il fabbisogno supplementare di energia elettrica per la variante tre è pari a 7857 GWh. Questo calcolo non considera ancora il potenziale dell'incremento di efficienza delle pompe di calore da qui al 2050. Se ad ogni sostituzione di un impianto di riscaldamento corrispondesse anche l'installazione di un impianto eliotermico, sarebbe possibile ridurre il fabbisogno energetico di altri 3127 GWh circa.²⁸

2.5.5 Fabbisogno energetico PtX

Per produrre la PtX serve elettricità. Anche se il grado di efficacia della PtX è sostanzialmente buono, la sua produzione richiede una quantità di elettricità maggiore rispetto all'energia ricavabile sotto forma di PtX.²⁹ Nelle Prospettive energetiche 2050+, la Confederazione presuppone l'importazione di gran parte della PtX. Entro il 2050, la Svizzera avrà bisogno di produrre solamente circa 7 petajoule (1,94 TWh) di PtX, il che comporta un ulteriore incremento del consumo di elettricità. Nei suoi calcoli, Involucro edilizio Svizzera parte dal presupposto che la PtX, se non importata, verrà prodotta soprattutto in estate con il surplus di energia elettrica prodotto dagli impianti solari. Come vedremo, la PtX può rappresentare un elemento importante per la produzione di energia sostenibile.

2.5.6 Fabbisogno energetico complessivo 2050

Come sopra descritto, la Confederazione parte dal presupposto che nel 2050 verranno consumati circa 228 petajoule (63,2 TWh) di elettricità. Attualmente, il consumo si attesta sui 55,7 TWh. In concreto, questo significa un incremento di 7,5 TWh. Per soddisfare il fabbisogno energetico di 63,2 TWh, è necessaria una produzione complessiva di circa 84,8 TWh di energia elettrica.³⁰ Gli 84,8 TWh complessivi di energia elettrica necessaria sono già comprensivi del fabbisogno energetico di impianti di riscaldamento alternativi (come le pompe di calore) e dell'elettromobilità. Al tempo stesso, sono state prese in considerazione le misure di ammodernamento degli edifici già effettuate.

Involucro edilizio Svizzera parte invece dal presupposto che il fabbisogno energetico aumenterà almeno nel settore della mobilità. Secondo un calcolo proprio di natura alquanto conservatrice, e presupponendo che tutte le automobili saranno alimentate a energia elettrica, entro il 2050 il settore della mobilità consumerà almeno 20 TWh all'anno. Involucro edilizio Svizzera stima al rialzo anche il consumo di energia elettrica delle pompe di calore, almeno prima dell'ammodernamento. Senza misure di ammodernamento, quindi in caso di semplice sostituzione dell'impianto di riscaldamento secondo la variante uno³¹, Involucro edilizio Svizzera stima ad esempio un consumo di circa 25 TWh. Dalla combinazione di questi dati con le cifre delle Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione si ricava la seguente rappresentazione.

Si tenga presente che sono già state considerate le misure di ammodernamento contenute nell'elenco relativo all'approccio ZERO base delle Prospettive energetiche 2050+. L'elenco di Involucro edilizio Svizzera in parte tiene conto degli ammodernamenti energetici degli edifici, e in parte no. Inoltre, l'elenco

di Involucro edilizio Svizzera è stato in parte stilato considerando la PtX per il riscaldamento e la mobilità, e in parte no.

Categorie di utilizzazione	Prospettive energetiche 2050+ Confederazione (ZERO base) in TWh	Involucro edilizio in TWh	Involucro edilizio TWh Considerazione PtX
Altre categorie di utilizzazione	5,83	5,83	5,83
Acqua calda	1,94	1,94	1,94
Riscaldamento dei locali	7,22	25,1*/7,85**	25,1*/07,25****
Clima, ventilazione e domotica	6,94	6,94	6,94
Calore dei processi	5,27	5,27	5,27
I&C, mezzi di intrattenimento	3,61	3,61	3,61
Propulsioni, processi	12,5 (incl. PtX)	12,5 (incl. PtX)	12,5 (incl. PtX)
Mobilità	16,94	20,0	16,7
Illuminazione	2,77	2,77	2,77
Supplemento: misure di ammodernamento non ancora considerate	0	17,25	17,25
Totale energia finale	63,2 TWh	83,96 TWh *(66,71**)	81,21 TWh ***/ (63,96 TWh****)
Elettrolisi, grandi pompe di calore e CCS	7,4	7,4	7,4
Perdite	5,3	5,3	5,3
Consumo nazionale totale netto	76 TWh	96,6 TWh *(79,41**)	93,91 TWh ***/ (76,66****)

* senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 (semplice sostituzione dell'impianto di riscaldamento)

** con le misure di ammodernamento della variante V3 (sostituzione impianto di riscaldamento, involucro edilizio, tetto, finestre)

*** senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 con utilizzo della PtX per la mobilità

**** con misure di ammodernamento della variante V3 e utilizzo della PtX per la mobilità e il riscaldamento

Tutte e tre le varianti determinano un consumo nazionale netto compreso tra 76 e 79,5 TWh. La differenza risiede nel fatto che l'elenco di Involucro edilizio Svizzera mostra da un lato l'utilizzo della PtX e dall'altro le misure di ammodernamento necessarie per il raggiungimento dei valori. Per gli altri calcoli della presente indagine, riportati a seguire, sono state considerate le cifre della variante tre con l'ammodernamento energetico degli edifici senza utilizzo della PtX, nonché le cifre della variante tre con l'ammodernamento energetico degli edifici e con l'utilizzo della PtX.³²

3 Vettori energetici del futuro

3.1 Strategia energetica 2050

Anche se nel prossimo futuro i vettori energetici fossili continueranno a giocare un ruolo, nel lungo periodo le energie rinnovabili assumeranno un'importanza notevole. Questo fenomeno è dimostrato anche dall'approccio della Strategia energetica 2050, che vieta di costruire nuove centrali nucleari in Svizzera. Le centrali già esistenti dovranno essere dismesse al termine del loro ciclo di vita, stabilito in funzione di criteri di sicurezza tecnici. Questo potrebbe tuttavia determinare deficit energetici, che in futuro rappresenteranno delle sfide. Anche se il consumo di energia elettrica è calato, sia nel 2018 sia nel 2019 la percentuale di energia elettrica prodotta dalle centrali nucleari è aumentata, superando la quantità prodotta nei tre anni precedenti. Per compensare, la Strategia energetica prevede da un lato di incrementare l'efficienza energetica, e dall'altro di potenziare ulteriormente le energie rinnovabili, in particolare l'energia solare.

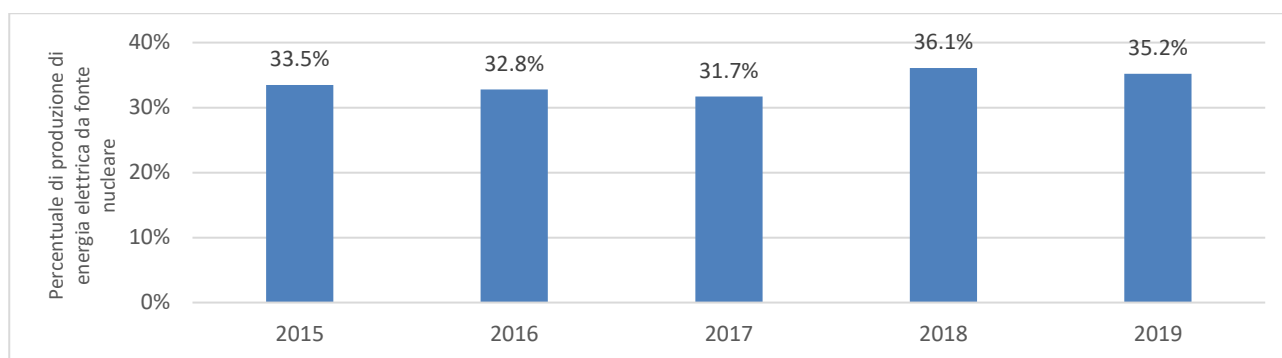


Diagramma 10: Percentuale di produzione di energia elettrica da fonte solare in Svizzera | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2019, p.13, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

3.2 Energie rinnovabili

Già oggi, le energie rinnovabili ricoprono un ruolo importante nell'approvvigionamento di energia ed elettricità. Nel 2020, la loro percentuale sul consumo energetico finale di tutta la Svizzera era pari a poco meno del 27,2%. Degno di nota è anche il fatto che la percentuale della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è triplicata dal 2010.³³ Al momento, l'energia idroelettrica riveste un ruolo importante in questo senso. Nel 2020, la maggior parte dell'energia elettrica ricavata da fonti rinnovabili (circa l'88,5%) era prodotta da energia idroelettrica. Nel complesso, la percentuale di energia prodotta dall'energia idroelettrica in Svizzera rappresentava il 58,1% – ossia più della metà – della produzione di energia elettrica complessiva.

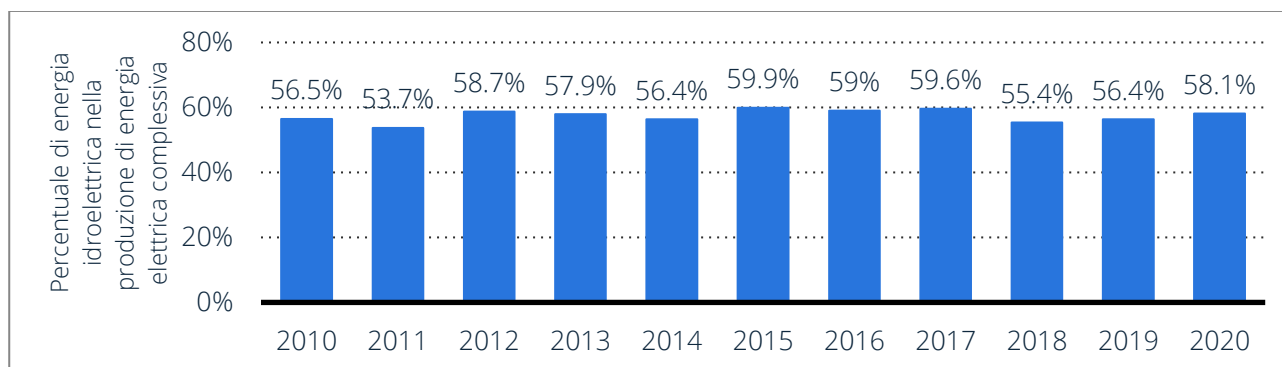


Diagramma 11: Percentuale di energia idroelettrica nella produzione di energia elettrica in Svizzera | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 13, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

Al momento, le fonti di energia rinnovabile diverse dall'energia idroelettrica rappresentano solo una piccola percentuale della produzione di energia in Svizzera. Tuttavia, presentano comunque un potenziale

di crescita elevato, come dimostra il costante aumento del rendimento energetico degli impianti fotovoltaici svizzeri. Anche il rendimento energetico dei collettori eliotermici è in aumento, sebbene si registri un calo del numero dei kilowattora installati ogni anno. L'Ufficio federale dell'energia stima a circa 67 TWh annui il potenziale complessivo di energia solare dei tetti e delle facciate delle case svizzere, e mostra in una mappa interattiva gli immobili svizzeri idonei a tale scopo. A questo proposito, è tuttavia importante menzionare che non tutte le installazioni di impianti solari sono anche redditizie, il che spiega perché non vengono realizzate. Ad oggi, il potenziale effettivo non corrisponde quindi a 67 TWh, almeno dal punto di vista di Involucro edilizio Svizzera.³⁴

Attualmente, in Svizzera, le altre fonti annoverate alla voce «altre energie rinnovabili» sono ancora poco sfruttate. Nel 2022, l'utilizzo della percentuale rinnovabile dai rifiuti ha generato 4563 terajoule (1,2 TWh) di energia. Nel 2020, la Svizzera ha ricavato circa 2053 terajoule (570 GWh) di energia dalle biomasse. La produzione di energia elettrica da fonti eoliche è sì aumentata negli ultimi anni, continua tuttavia a ricoprire un ruolo marginale (129 GWh nel 2020) nel panorama energetico svizzero. Ricorsi e votazioni popolari potrebbero affossare regolarmente progetti realizzabili di parchi eolici, anche se l'attuale crisi in Ucraina potrebbe portare a un cambio di opinione.

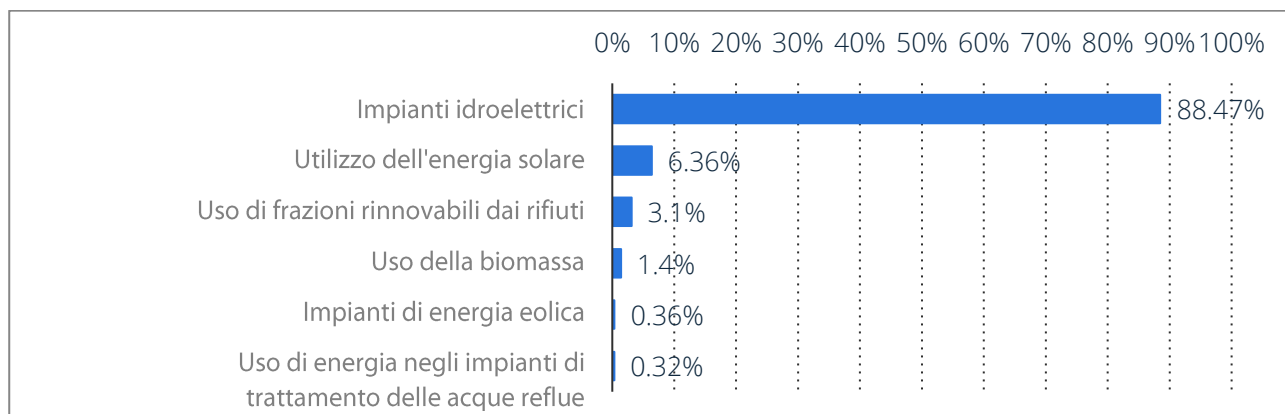


Diagramma 12: Percentuale di energia elettrica da fonti rinnovabili | Fonte: Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 2, https://www.bfe.admin.ch/bfe/jt/home/approvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html

Mentre le opportunità di un ulteriore potenziamento dell'energia idroelettrica sono pressoché esaurite,³⁵ l'energia solare presenta un potenziale importante. Da sola, l'energia solare non basterà tuttavia per l'intero fabbisogno energetico negli anni a venire. Sarà necessario un mix di energie rinnovabili diverse insieme a un profondo ammodernamento energetico degli edifici al fine di coprire il fabbisogno energetico futuro, o di tenere basso il fabbisogno energetico tramite misure di ammodernamento. Una cosa è certa: raggiungere gli obiettivi sopra citati non sarà possibile senza un potenziamento massiccio dell'energia solare.

4 Rendimento energetico degli impianti solari

4.1 Impianti eliotermici

Il rendimento energetico degli impianti eliotermici è nuovamente aumentato anche nel 2020, seppure dal 2019 sia stata registrata una crescita solo minima: da 734 GWh a 739 GWh, appena il 4,5% in più. Si noti tuttavia che la conversione della grandezza di riferimento da superficie di apertura a superficie lorda³⁶ risulta nel complesso in un aumento della superficie rilevata, ma che il calcolo del rendimento energetico specifico cala di conseguenza. Non è possibile procedere a un confronto diretto con i rendimenti energetici specifici costanti finora utilizzati.³⁷

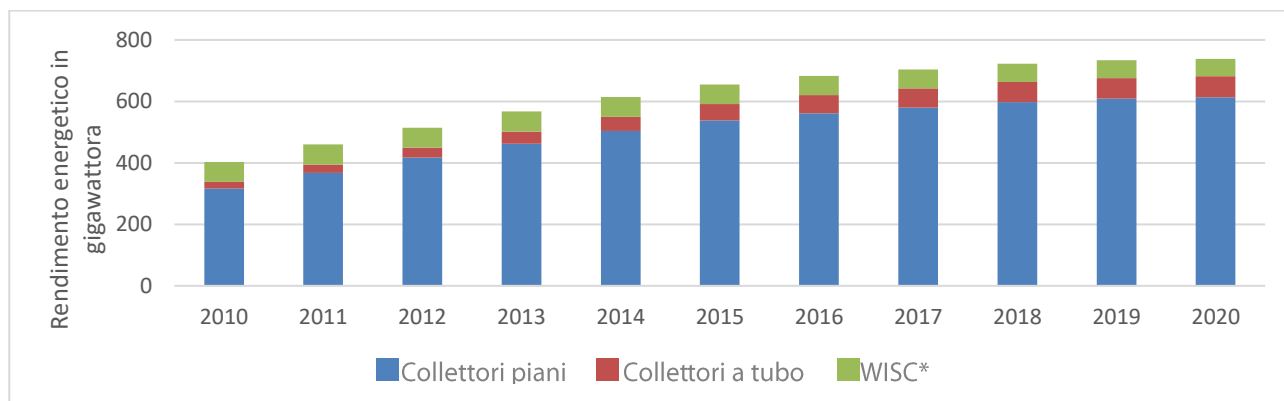


Diagramma 13: Rendimento energetico impianti eliotermici | Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 13, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf

4.2 Fotovoltaico

Continua a crescere notevolmente anche il rendimento energetico finora ottenuto mediante impianti fotovoltaici. Osservando l'ultimo decennio, il rendimento energetico è cresciuto di oltre 25 volte tra il 2010 e il 2020. Se nel 2010 venivano prodotti ancora 93,64 GWh, nel 2020 la produzione superava già i 2599 GWh. Sebbene le cifre dell'andamento siano impressionanti, gli obiettivi della Strategia energetica 2050 della Confederazione non possono essere raggiunti con la sola produzione di energia solare. Occorre sicuramente favorire notevolmente la produzione di impianti fotovoltaici, tenendo presente che ci sono altri fattori altrettanto decisivi, come l'ammodernamento degli edifici (cfr. punto 2.5.6).

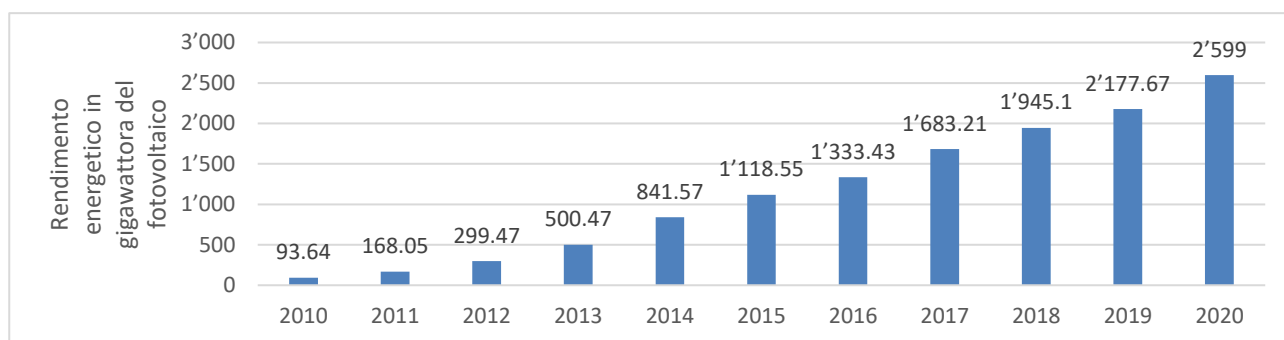


Diagramma 14: Rendimento energetico del fotovoltaico | Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 13, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf

4.3 La «triade»: fotovoltaico, elioterapia e pompa di calore

In contrapposizione agli impianti fotovoltaici, le cui vendite crescono esponenzialmente, vengono smerciati sempre meno impianti eliotermici. Dal 2012, anno del picco degli impianti eliotermici, ogni anno l'energia prodotta da detta fonte cala ogni anno rispetto a quello precedente. Questo si deve in particolare

al fatto che la pompa di calore, la principale concorrente dell'eliotermia, ha guadagnato quote di mercato (si veda il punto 2.5.4), senza dimenticare che si tratta di una tecnologia attualmente molto pubblicizzata.³⁸

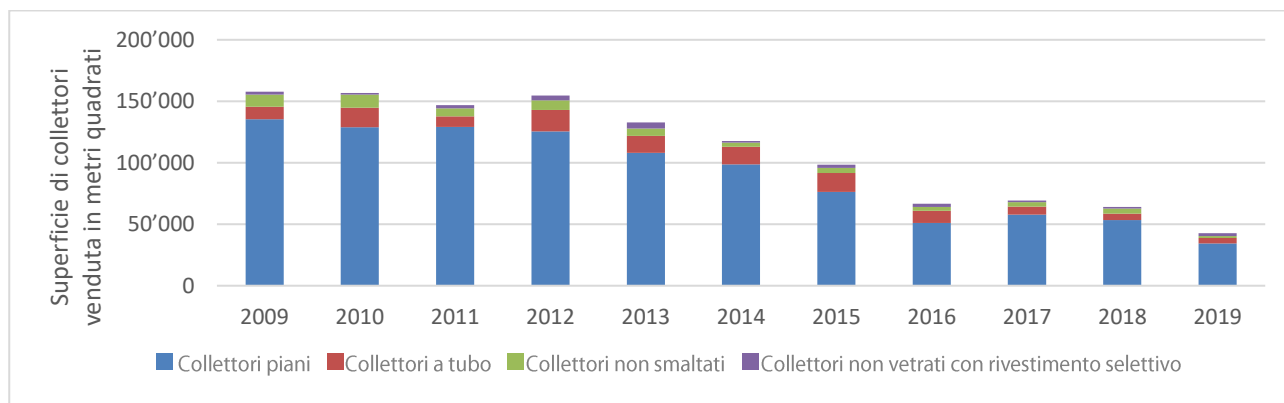


Diagramma 15: Superficie di collettori venduta in Svizzera | Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 14, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf

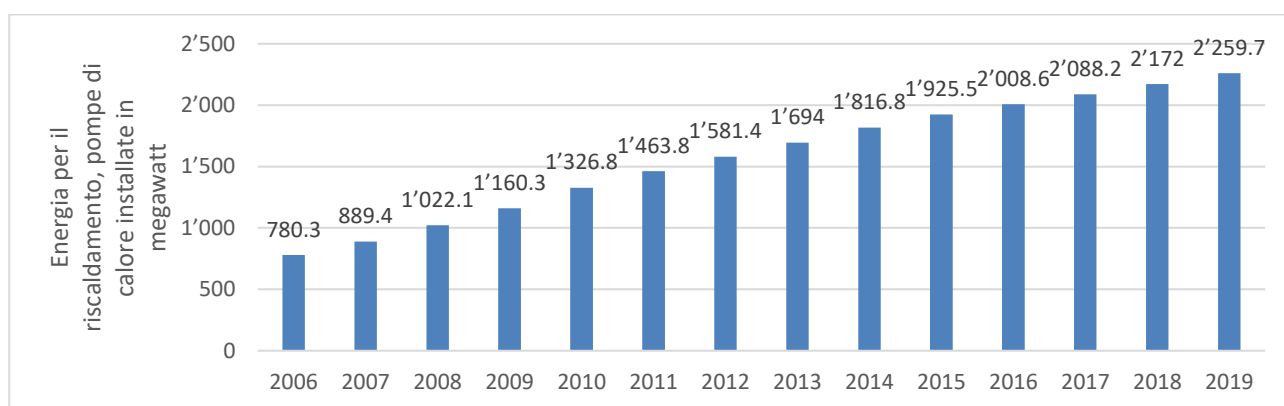


Diagramma 16: Potenza installata pompe di calore | Fonte: SvizzeraEnergia, Statistica sullo sfruttamento dell'energia geotermica in Svizzera, edizione 2019, p. 29, https://geothermie-schweiz.ch/wp_live/wp-content/uploads/2020/08/10154-Geothermiestatistik_Schweiz_Ausgabe_2019_final.pdf

Collettori venduti in Svizzera in metri quadrati (fotovoltaico in kWp):

Vendita all'anno	Unità	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Collettori piatti	m2	10'623	20'816	24'277	129'026	129'026	76'275	51'150	57'774	53'429	34'294
Collettori tubolari	m2	1'482	1'654	2'225	15'746	15'746	15'485	9'895	6'626	5'078	4'484
Subtotale collettori vetrati	m2	12'105	22'470	26'502	1'447'272	144'772	91'760	61'045	64'400	58'507	38'778
Collettori non vetrati	m2	13'795	22'435	15'463	10'806	10'806	4'112	2'906	3'478	4'290	1'637
Collettori non vetrati con rivestimento selettivo	m2	0	0	0	1'138	1'138	2'564	2'748	1'453	1'350	2'359
Subtotale collettori non vetrati	m2	13'795	22'435	15'463	11'944	11'944	6'676	5'654	4'931	5'640	3'996
Fotovoltaico	kWp	1'190	780	2'180	47'710	47'710	337'460	263'560	240'830	270'700	332'230

Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 14, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf

Ciononostante, l'Involucro edilizio Svizzera parte dal presupposto che gli impianti eliotermici torneranno, e dovranno anche tornare, ad acquisire importanza, tanto più che rappresentano un supporto importante per le pompe di calore ed offrono un rendimento elevato (fino al 50%). Specialmente nel quadro complessivo di un edificio ad efficienza energetica, gli impianti eliotermici rappresentano una componente fondamentale del mix di energia. Insieme all'ammodernamento degli edifici, all'impianto fotovoltaico e alla pompa di calore, l'impianto eliotermico può rappresentare un aiuto importante, in quanto consente di risparmiare energia elettrica per la produzione di acqua calda e di riscaldamento. In particolare, l'installazione combinata di un impianto eliotermico e di una pompa di calore non richiede un dispendio particolarmente gravoso, dal momento che la pompa di calore e l'impianto eliotermico sfruttano il

medesimo accumulatore tampone. A questo riguardo, il seguente esempio pratico funge da rappresentazione di utilizzo di una pompa di calore in abbinamento a un impianto elioteramico.

4.4 Elioterma nella pratica

La seguente rappresentazione mostra i dati di base di un impianto elioteramico installato in una casa bifamiliare priva di impianto fotovoltaico, ma dotata di pompa di calore.

Dati di base	
Data	2 marzo 2021
Meteo	Soleggiato
Luogo	8454 Buchberg, Canton Sciaffusa
Orario	Ore 7.00 del mattino
Temperatura	1,3 °C / valore medio giornaliero 10 °C
Superficie collettori	20 m ²
Accumulatore combinato	2200 litri

Il seguente diagramma 17 mostra come la pompa di calore, da mezzanotte alle prime ore del mattino, mette a disposizione l'energia necessaria per produrre riscaldamento e acqua calda in casa, consumando così energia elettrica. La pompa di calore continua a lavorare fino alle ore 10.30 circa, dopodiché non è più necessaria (grafico rosso), sicché il consumo di energia elettrica scende a zero. Alla stessa ora oppure già un po' prima, verso le ore 8.00, aumenta la temperatura nei collettori dell'impianto elioteramico. A partire dalle ore 10.30, l'impianto elioteramico mette a disposizione l'intero fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda e del riscaldamento; allo stesso tempo l'accumulatore di calore (superficie gialla) viene riempito, in modo da coprire il fabbisogno di calore e acqua calda anche nelle ore serali.

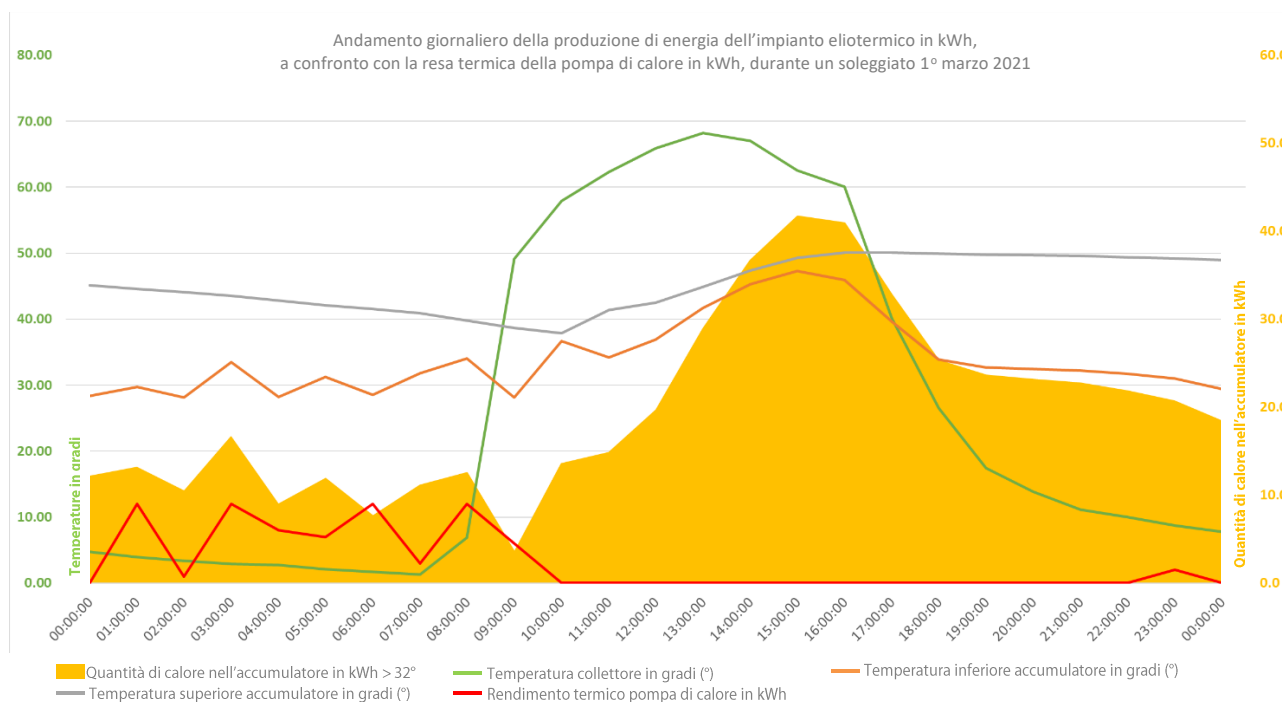


Diagramma 17: Produzione di energia impianto elioteramico e pompa di calore nella prassi | Fonte: Grafico rapporto impianto elioteramico e pompa di calore Involucro edilizio Svizzera, <https://gebäudehülle.swiss/node/4629/download>

Il consumo di energia elettrica della pompa di calore indica il prezioso contributo fornito dall'impianto elioteramico. Grazie a quest'ultimo, la pompa di calore può disattivarsi alle ore 10.30 e riattivarsi solo di notte

alle ore 24.00. Considerando la giornata soleggiata di inizio marzo descritta in questo esempio, l'impianto eliotermico produce in totale 48 kWh di calore.

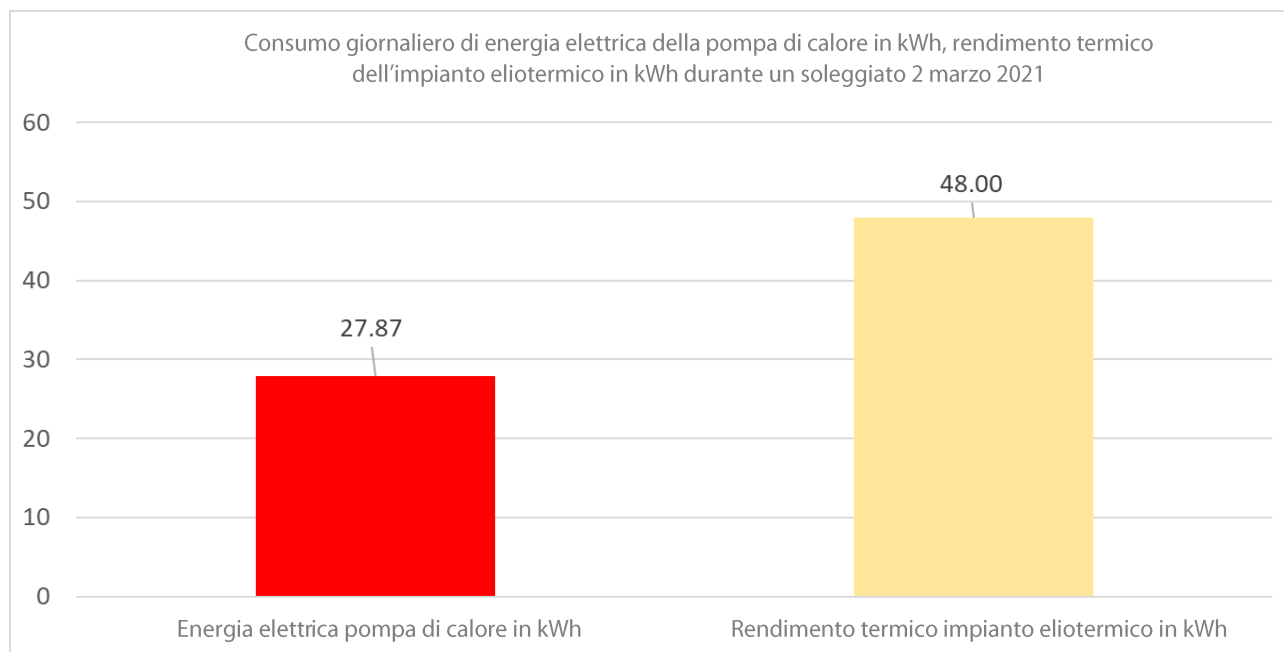


Diagramma 18: Confronto fabbisogno di energia elettrica impianto eliotermico e pompa di calore nella prassi | Fonte: Grafico rapporto impianto eliotermico e pompa di calore Involucro edilizio Svizzera 2

In una giornata come questa, la pompa di calore ha bisogno di circa 27,87 kWh di energia elettrica. Per scoprire quanta energia si risparmia grazie all'impianto eliotermico, basta eseguire i seguenti calcoli:

La pompa di calore utilizzata nell'esempio presenta un COP medio (Coefficient of Performance)³⁹ di 2,69⁴⁰. Dividendo i 48 kWh di energia forniti dall'impianto eliotermico per 2,69, si ottiene un valore di 17,84 kWh. In questa giornata, la pompa di calore ha consumato circa 45,72 kWh di energia elettrica per produrre il calore necessario.

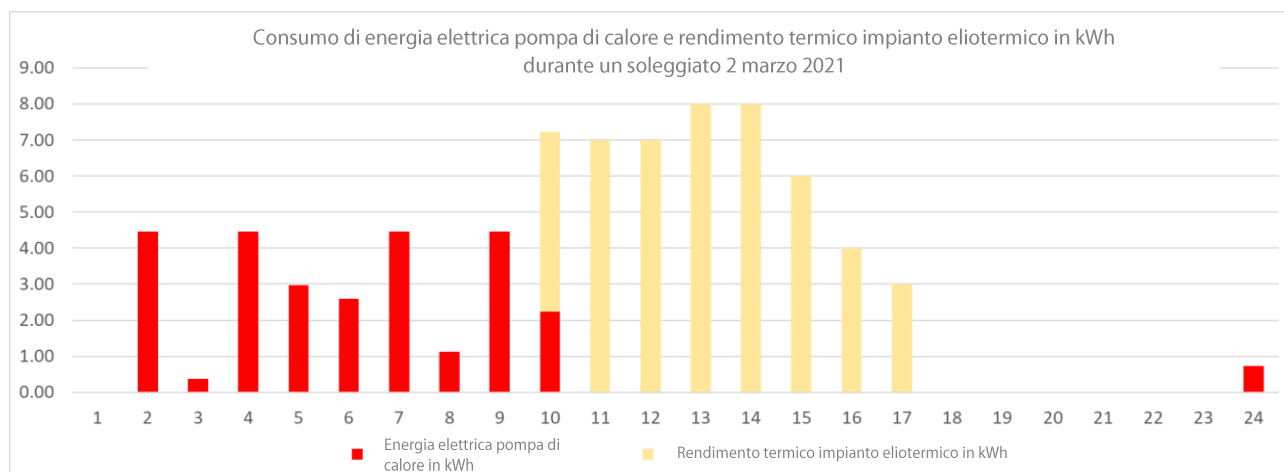


Diagramma 19: Consumo di energia elettrica nell'arco della giornata, impianto eliotermico e pompa di calore nella prassi | Fonte: Grafico rapporto impianto eliotermico e pompa di calore Involucro edilizio Svizzera 3

L'impianto eliotermico installato consente quindi di ridurre il consumo di energia elettrica a 17,84 kWh. Se si considera che in Svizzera sono circa 900'000 gli edifici residenziali dotati di impianto di riscaldamento a energia fossile, appare evidente che il potenziale è molto elevato.

La media svizzera è di circa 1861 ore di sole nel 2021.⁴¹ Considerando una durata giornaliera media di 9 ore a gennaio e di 16 ore a giugno, si ottiene una media di 12,5 ore di sole ($9 + 16 = 25 / 2 = 12,5$ arrotondato).⁴² Per semplicità, si calcola il rendimento solare partendo da una media di 10 ore di sole. 1862 ore di sole

all'anno equivalgono a circa 186 giorni in cui l'impianto eliotermico riesce effettivamente a ricavare energia dal sole. In questo modo, con l'impianto eliotermico si potrebbero dunque risparmiare circa 3300 kWh di energia elettrica ($186 \times 17,84 = 3318$ kWh). Calcolando i 900'000 edifici residenziali ancora riscaldati con fonti fossili, si avrebbe un risparmio di circa 3000 GWh all'anno.

5 Futuro della produzione di energia elettrica

5.1 Attività legislative

Con la definizione programmata di obiettivi di consumo e potenziamento all'interno della Legge federale sull'energia (LEne), la Confederazione punta a inviare un chiaro segnale sull'entità degli adeguamenti necessari da apportare al sistema energetico svizzero. Questo rappresenta un contributo importante per il rafforzamento della certezza di pianificazione per investitrici e investitori. Con l'adeguamento alla variante base «Saldo netto pari a zero» delle Prospettive energetiche 2050+ e con un potenziamento della produzione di elettricità da fonti rinnovabili secondo la variante di strategia «bilancio annuo in pareggio 2050», la bozza della Legge federale datata 2021 contiene un chiaro obiettivo di potenziamento in materia di approvvigionamento elettrico sicuro da fonti rinnovabili. La legge è stata sì respinta dalla popolazione votante, rimane tuttavia interessante come linea guida per il potenziamento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, soprattutto perché i futuri progetti di legge difficilmente potranno restrizioni in tal senso. Per il 2035 era previsto un obiettivo di produzione annua da fonti rinnovabili di 17 TWh (finora: 11,4 TWh). Il fotovoltaico dovrebbe apportare il contributo maggiore con circa 14 TWh (circa l'80% dell'obiettivo complessivo). Come obiettivo per il potenziamento della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, per il 2050 la legge dovrebbe prevedere una produzione annua di 39 TWh (finora: 24,2 TWh).⁴³

5.2 Potenziale solare

Se si mettono le cifre sopra citate in relazione al numero effettivo di moduli solari installati ogni anno, si riscontrano ampie opportunità di potenziamento. Nel 2020 sono stati prodotti 2,599 TWh⁴⁴ di energia da impianti fotovoltaici. (Attenzione: questo dato non corrisponde al potenziale installato pari a 2,973 TWh.) La suddetta produzione rappresenta circa l'1,44% del consumo di energia elettrica in Svizzera.⁴⁵ Un Kilowatt Peak (kilowatt picco – kWp) corrisponde a circa 7 metri quadrati di superficie di modulo fotovoltaico, ed è capace di produrre circa 1000 kWh annui di energia da fonte solare. Naturalmente, il rendimento dipende sempre dalle ore di sole e dalla posizione dell'impianto. Se tuttavia si presuppone che 7 metri quadrati di impianti fotovoltaici siano in grado di produrre circa 1 kWp, ciò significa che i 2599 TWh installati nel 2020 rappresentano circa 21 milioni di metri quadrati di moduli fotovoltaici installati (intero parco), rispetto ai circa 198'000 metri quadrati (intero parco) di 15 anni fa.⁴⁶

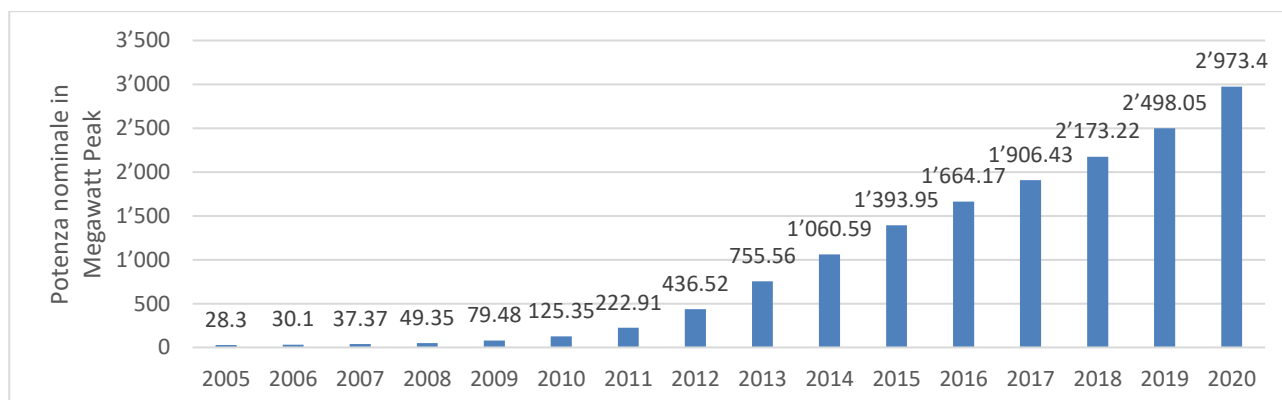


Diagramma 20: Potenza installata fotovoltaico | Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 10, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf

In futuro, agli impianti fotovoltaici sarà attribuito un potenziale notevole, soprattutto perché nel suo messaggio il Consiglio federale parte dal presupposto che la produzione di energia degli impianti fotovoltaici costituirà circa l'80% delle energie rinnovabili (senza energia idroelettrica). Secondo la revisione della Legge federale sull'energia del 2021, ciò significa una produzione minima di 14 TWh da fotovoltaico all'anno entro il 2035. Nel 2050 dovrebbero essere prodotti complessivamente ben 39 TWh di energia elettrica da fonti rinnovabili (senza energia idroelettrica).⁴⁷ Mantenendo l'ipotesi secondo cui il fotovoltaico continuerà a fornire la maggior parte dell'energia (circa l'80% come nel 2035), questo corrisponderebbe a un rendimento complessivo supplementare di circa 28 TWh (in totale 31,2 TWh) rispetto al 2020.⁴⁸ Ragionando in metri quadrati, questo significherebbe che entro il 2050 andrebbero costruiti all'incirca altri 230 milioni di metri quadrati di impianti fotovoltaici.⁴⁹ Intanto, l'UFE presuppone addirittura che entro il 2050 (scenario ZERO base) verranno prodotti fino a 34 TWh di energia da fonte solare, che corrisponderebbero all'87% di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (senza energia idroelettrica).⁵⁰ A questo punto è però importante menzionare che l'Ufficio federale dell'energia ha stimato in un massimo di 50 TWh all'anno il potenziale di produzione complessivo degli impianti fotovoltaici installati sui tetti. Dunque, secondo la bozza della LEn del 2021, ai fini del calcolo si considera una produzione di energia quasi doppia da parte degli impianti solari. D'altra parte non mancano però anche voci critiche, che prevedono un potenziale sensibilmente inferiore per la produzione di energia da fonti solari. Alcuni studi presuppongono che il potenziale annuo vada solamente da 16,3 a 24,6 TWh. Uno studio recente della ZHAW svolto a gennaio 2021 presuppone, in base al rendimento del modulo, un potenziale che va da 38,8 TWh (rendimento del modulo 17%) fino a 45,6 TWh (rendimento del modulo 20%). Il motivo alla base di queste notevoli differenze tra lo studio della ZHAW e i calcoli dell'UFE risiede nel fatto che la ZHAW stima un rendimento del modulo inferiore rispetto all'UFE.⁵¹ Per la presente analisi sono state utilizzate come orientamento le cifre della Strategia energetica o della bozza di modifica della LEn datata 2021. In particolare, è decisivo il consumo energetico o la produzione che quest'ultimo richiede.

Indipendentemente dalle differenze nei calcoli del potenziale, le cifre sono comunque impressionanti, soprattutto se si pensa a quali altri fattori occorra considerare e a quali altri servizi debbano essere prestati. Dovendo installare un numero congruo di moduli solari, sono necessari anche personale e materiali oltre alle superfici di tetti e facciate. Vi è inoltre da chiedersi se, da sola, l'energia solare abbia il potenziale per garantire la svolta energetica. Il quesito sorge soprattutto visto l'abbandono dell'energia nucleare e l'incremento del consumo di elettricità da qui al 2050. Come spiega anche la Confederazione nelle Prospettive energetiche 2050+ (si veda anche il punto 2.5.1),⁵² sarà indispensabile attuare ulteriori misure come ad esempio l'ammodernamento energetico dei vecchi edifici.

L'eventuale potenziale di produzione energetica degli impianti solari è correlato direttamente alla superficie destinabile all'installazione dei suddetti impianti. Per il momento vengono destinati all'installazione di impianti solari soprattutto i tetti degli edifici, quantunque le facciate presentino un potenziale altrettanto elevato. Partendo dalle cifre dell'Ufficio federale dell'energia, nel complesso sono disponibili circa 67 TWh di superfici utilizzabili (tetti e facciate). Altre cifre indicano invece un potenziale sensibilmente inferiore. Tuttavia, l'obiettivo auspicato di 34 TWh entro il 2050 potrà essere raggiunto con le superfici di tetti e facciate attualmente disponibili. Questo soprattutto se si presuppone che nei prossimi anni il rendimento dei moduli fotovoltaici aumenterà ulteriormente, permettendo di ottenere la medesima produzione di energia elettrica con meno superfici. Indipendentemente da ciò, non è detto che abbia senso sfruttare tutte le superfici sfruttabili per il solare.

5.3 Problemi dell'energia solare

Oltre alle superfici di tetti non sempre ottimali e ai piccoli impianti in parte non redditizi, a rappresentare un problema per l'energia solare sono soprattutto i mesi invernali. La quantità di energia elettrica prodotta dagli impianti solari nei mesi invernali non è sufficiente a soddisfare l'intero fabbisogno, motivo per cui è

necessario attuare ulteriori misure (ad esempio l'ammodernamento energetico degli edifici). Tuttavia, al momento la produzione di energia elettrica supera ancora l'attuale fabbisogno. Sia in inverno sia in estate è a disposizione abbastanza elettricità.

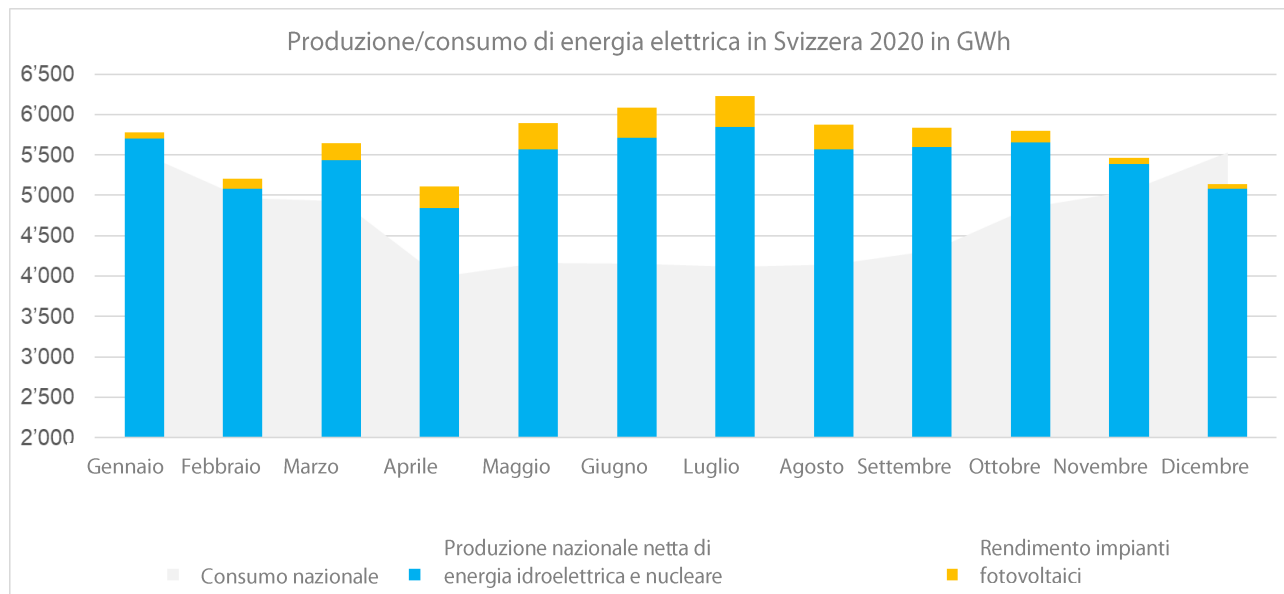


Diagramma 21: Produzione e consumo mensili di energia elettrica in Svizzera | Fonte: Involucro edilizio Svizzera

Se non verrà più prodotta energia elettrica dall'energia nucleare (23 TWh) e se si presuppone un aumento di circa 7,5 TWh della quantità supplementare di energia elettrica per il consumo nazionale netto,⁵³ la carenza minima che ne deriverà sarà di circa 30,5 TWh. In tal caso, l'energia solare, da sola, non sarà sufficiente. Anche se si verificasse un incremento lineare annuo del 10%, non sarebbe possibile coprire totalmente il fabbisogno di energia elettrica durante la stagione invernale. Naturalmente, tutto questo nell'ipotesi che in futuro tutti gli impianti di riscaldamento alimentati da fonti fossili attualmente esistenti vengano sostituiti da un'alternativa sostenibile. Di conseguenza, occorre mettere in campo ulteriori misure quali ad esempio l'ammodernamento energetico degli edifici. Il seguente diagramma 22 mostra l'eventuale soddisfazione del fabbisogno di energia elettrica se il potenziamento degli impianti solari fosse protagonista di una crescita lineare annua del 10% su una produzione complessiva di 45'351 GWh all'anno (il che corrisponderebbe alla previsione dello studio della ZHAW), e se gli impianti di riscaldamento venissero sostituiti solamente da una pompa di calore. In questo diagramma, per il momento, si parte dal presupposto che gli impianti di riscaldamento alternativi alimentati a legno o ad altre energie rinnovabili non subiranno mutamenti.

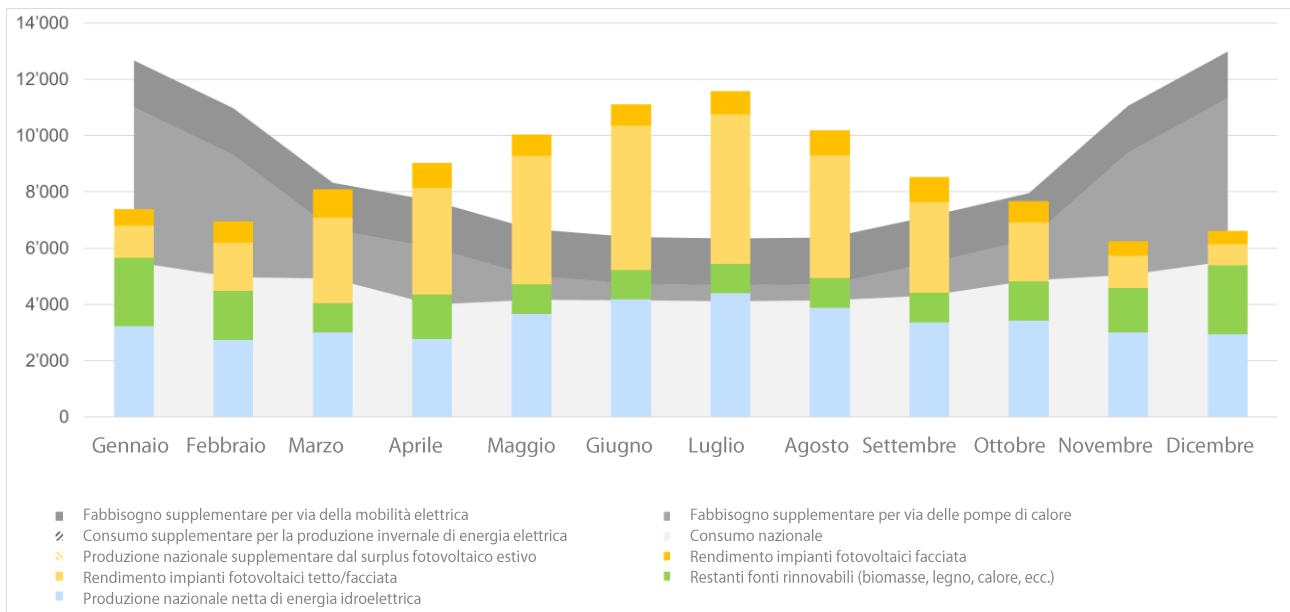


Diagramma 22: Produzione e consumo di energia 2050 B1 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera | Ammodernamento variante 1 | Potenziamento fotovoltaico al 10% | Potenziamento energia idroelettrica 0% | Impianti di riscaldamento alternativi legno 0% | Potenziamento delle altre energie rinnovabili 0%

Come si evince nel diagramma 22, sarebbe possibile coprire in maniera soddisfacente solo il fabbisogno dei mesi da marzo a ottobre. Non sarebbe tuttavia coperto il fabbisogno dei mesi restanti, da novembre a febbraio. Per colmare questa carenza, occorre ridurre il consumo di energia elettrica oppure aumentarne la produzione. In base all'accordo sull'energia elettrica stipulato con l'Unione Europea⁵⁴ e considerando che i Paesi confinanti hanno loro stessi bisogno dell'energia elettrica che producono, la semplice importazione di energia elettrica non è una soluzione adatta. A tale riguardo, la Confederazione parla di «garanzie» quali l'impiego di centrali a gas, che dovrebbero riuscire a colmare le carenze di energia elettrica.⁵⁵ Tuttavia, è ovvio che questa non è la variante da preferire. Al contrario: continuare ad affidarsi ai combustibili fossili non regalerà al Paese l'indipendenza di cui ha un così urgente bisogno. Piuttosto, sarebbe opportuno ridurre il fabbisogno energetico. A tal fine occorre combinare in modo intelligente impianti di riscaldamento adeguati (anche sistemi alternativi alle pompe di calore) con un ammodernamento sostenibile nonché con l'installazione di impianti solari o ad esempio anche di piccoli impianti eolici. In questo modo è possibile ridurre drasticamente la necessità di «garanzie» sotto forma di centrali a gas, soprattutto se si considera che il conflitto in corso in Ucraina evidenzia chiaramente le problematiche legate alla dipendenza dai combustibili fossili.

6 Potenziale degli ammodernamenti ad efficienza energetica

6.1 Situazione di partenza

Al momento la Svizzera conta circa 1,765 milioni di edifici a uso abitativo (case unifamiliari e case plurifamiliari). Questi si dividono in 1'003'710 case unifamiliari, 481'382 case plurifamiliari, 198'547 edifici residenziali con utilizzazione accessoria e 81'912 edifici a uso parzialmente abitativo. In totale risultano 4,637 milioni di edifici (senza contare le case unifamiliari). Gran parte degli edifici è stata costruita prima del 1991, pertanto necessita di un ammodernamento. La superficie media per abitante è pari a 102 metri quadrati.⁵⁶ Queste informazioni sono importanti in quanto consentono di calcolare a) il potenziale di creazione del valore e b) la riduzione effettiva del consumo energetico svizzero in seguito all'ammodernamento energetico degli edifici.

6.2 Cosa prevede l'ammodernamento ad efficienza energetica?

Con l'ammodernamento energetico, gli edifici vengono resi più efficienti in fatto di consumo energetico. È possibile ridurre l'energia consumata dai residenti o dagli utenti sotto forma di elettricità, olio o gas tramite ammodernamenti mirati o il miglioramento dell'involucro edilizio (tetti e facciate, compresi finestre e cantine), nonché con la sostituzione totale o parziale degli impianti di riscaldamento. Come già descritto al punto 2.5.4, in linea di massima esistono quattro livelli di ammodernamento energetico: La variante uno prevede la sostituzione dell'impianto di riscaldamento, la variante due aggiunge l'ammodernamento del tetto, e a tutto ciò la variante tre unisce l'ammodernamento di facciate e finestre. Infine, la variante quattro prevede tutto questo più l'ammodernamento del pavimento della cantina. Le varianti sono consequenziali e l'efficienza energetica aumenta di fase in fase. Per le seguenti rappresentazioni è stata selezionata la variante tre, poiché in media risulta la più adeguata all'intero parco immobiliare svizzero. Modernizzare l'intero parco immobiliare svizzero con la variante quattro sarebbe auspicabile, ma non praticabile. La crescita degli impianti fotovoltaici da installare è stata stabilita al 9%, in quanto tale percentuale di potenziale si avvicina alla media dei calcoli effettuati dagli studi citati al punto 1.1 ed è inoltre conforme alle direttive originarie del legislatore.

Il diagramma 23 a seguire mostra l'effetto delle sole misure di ammodernamento energetico. In confronto al diagramma 22, qui viene mostrato il notevole calo del consumo energetico in virtù delle misure di ammodernamento della variante tre. Analogamente al diagramma 22, in questo scenario si presuppone però che tutte le restanti fonti energetiche quali legno, energia idroelettrica e le restanti fonti rinnovabili non subiscano mutamenti. Al contrario, per il fotovoltaico si prevede una crescita del 9% all'anno. Tuttavia, il diagramma 23 mostra anche che la variante tre delle misure di ammodernamento non è ancora sufficiente per colmare totalmente il deficit di energia. In ogni caso, sono coperti quantomeno i mesi da marzo a ottobre.

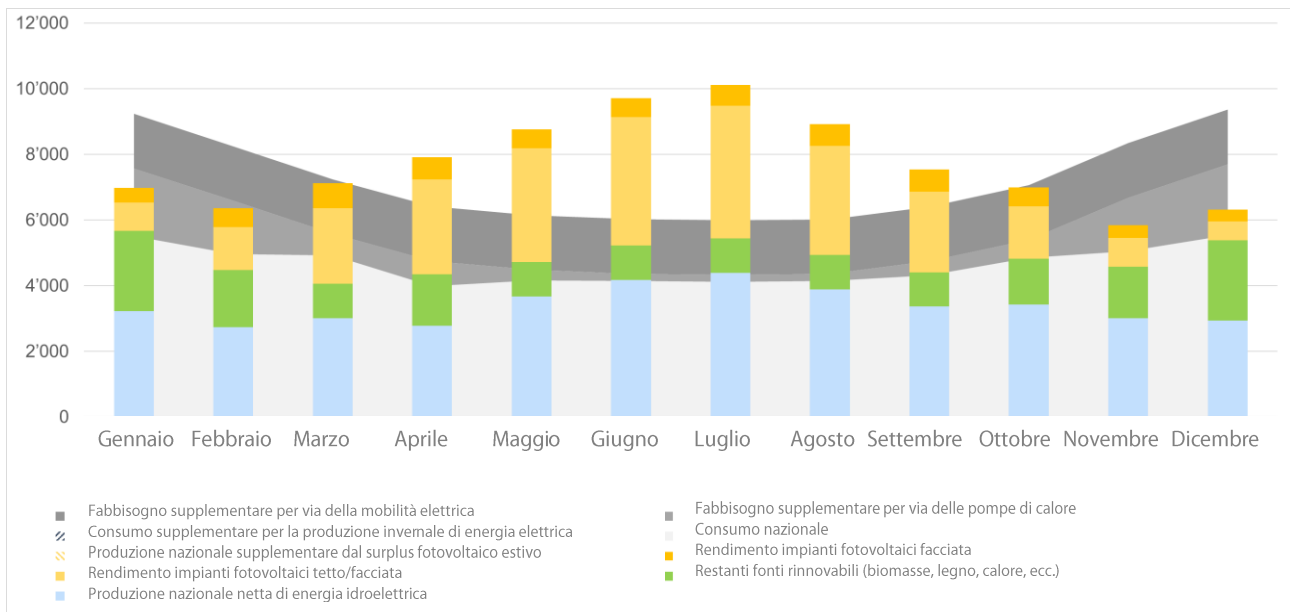


Diagramma 23: Produzione e consumo di energia 2050 B2 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera | Ammodernamento variante 3 | Potenziamento fotovoltaico al 9% | Potenziamento energia idroelettrica 0% | Impianti di riscaldamento alternativi legno 0% | Potenziamento delle altre energie rinnovabili 0%

Occorrono quindi ulteriori misure per ridurre il consumo energetico (elettricità), specialmente in inverno. A tale riguardo possono essere utili soprattutto impianti di riscaldamento alternativi, come ad esempio impianti alimentati a pellet e altre energie rinnovabili, oppure l'ulteriore potenziamento dell'energia idroelettrica. Questo calcolo potrebbe quindi presentarsi come segue: Se si presuppone che entro il 2050 gli impianti di riscaldamento a pellet cresceranno dell'1% (per un totale di circa 90'000), l'energia idroelettrica crescerà dello 0,32% (quindi a circa 44,7 TWh) come previsto dalla Confederazione e le restanti forme di energia cresceranno dello 0,62% (quindi a circa 6,5 TWh), un incremento degli impianti fotovoltaici pari al 9% annuo non sarebbe comunque in grado di coprire totalmente il consumo energetico annuale. Tuttavia, come mostrato nel diagramma 24, il deficit sarebbe immensamente inferiore. In questo caso, rimarrebbero da coprire solo i mesi da novembre a febbraio.

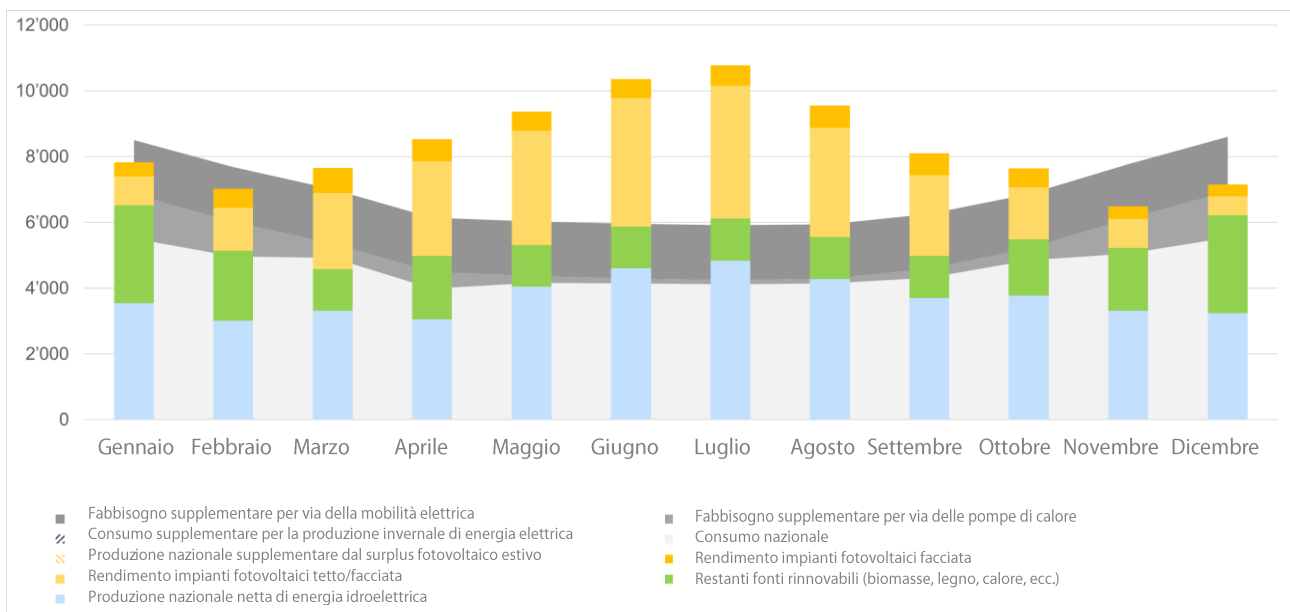


Diagramma 24: Produzione e consumo di energia 2050 B3 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera | Ammodernamento variante 3 | Potenziamento fotovoltaico al 9% | Potenziamento energia idroelettrica 0,32% | Impianti di riscaldamento alternativi legno 1% | Potenziamento restanti fonti rinnovabili 0,62%

Per garantire però una quantità sufficiente di energia anche nei mesi invernali, sarebbe necessario ridurre ulteriormente il fabbisogno. A tal fine potrebbero essere utili ad esempio gli impianti eliotermici. Se a ogni sostituzione dell'impianto di riscaldamento corrispondesse anche l'installazione di un impianto eliotermico, sarebbe possibile ridurre ulteriormente il consumo di elettricità, arrivando così a coprire quasi la stagione invernale. Il diagramma 25 mostra che il fabbisogno può essere coperto quasi completamente dal risparmio energetico dato dagli impianti eliotermici.

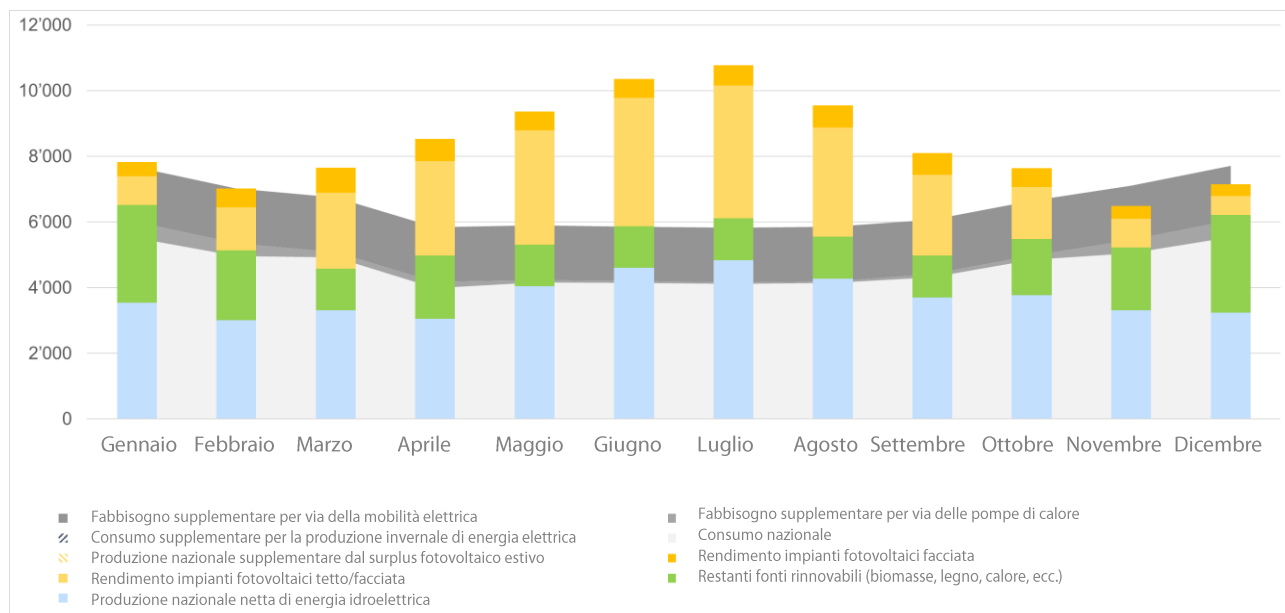


Diagramma 25: Produzione e consumo di energia 2050 B4 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera | Ammodernamento variante 3 | Potenziamento fotovoltaico al 9% | Potenziamento energia idroelettrica 0,32% | Impianti di riscaldamento alternativi legno 1% | Potenziamento restanti fonti rinnovabili 0,62% | Viene costruito un impianto eliotermico in aggiunta a ciascuna sostituzione dell'impianto di riscaldamento.

Nonostante questo, sono necessarie ulteriori misure per i mesi invernali di novembre e dicembre. Un rimedio può essere utilizzare il surplus di energia elettrica prodotto dagli impianti fotovoltaici nei mesi estivi. La sovrapproduzione di elettricità in estate può essere sfruttata in diversi modi, anche se con efficienza variabile. Le varie possibilità di accumulazione dell'energia presentano diversi rendimenti. In futuro si vedrà quali misure sono le più idonee, anche in relazione ai costi, ed anche le più semplici da attuare.

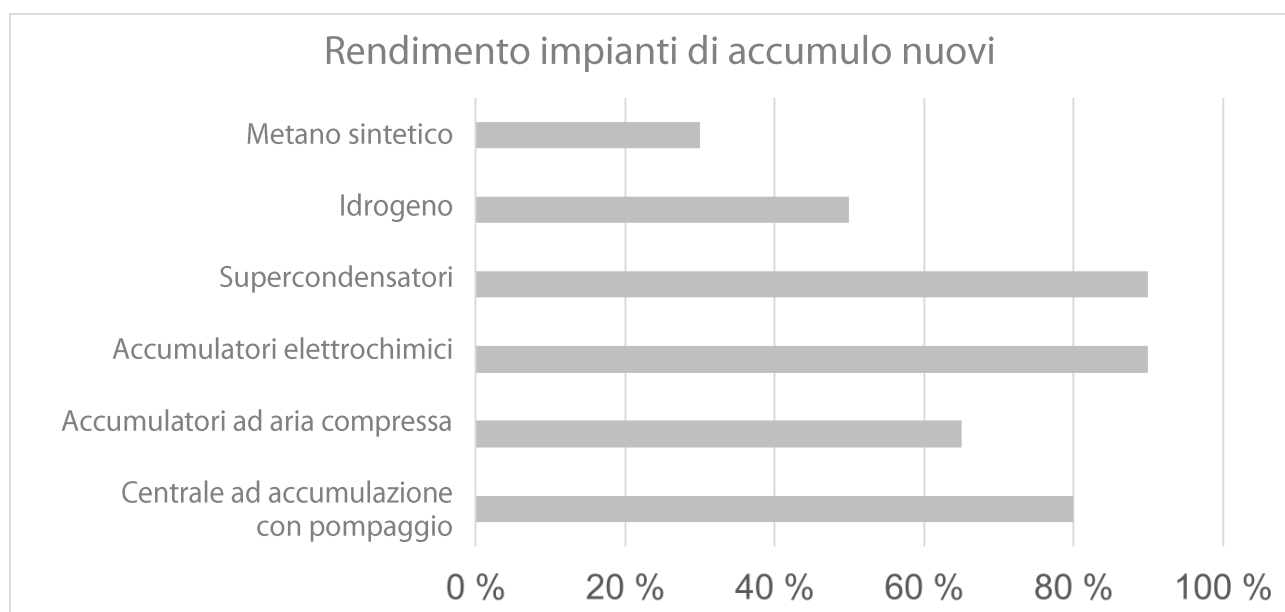


Diagramma 26: Possibilità di accumulazione | Fonte: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10623>

L'utilizzo di impianti di accumulazione permette di trasferire la sovrapproduzione di elettricità in inverno. In questo modo è possibile, in base all'accumulatore, continuare a produrre energia anche in inverno oppure utilizzarla direttamente per l'elettromobilità o il riscaldamento. Se si accumula l'energia elettrica prodotta in estate da fonte solare, matematicamente il consumo energetico in estate è addirittura maggiore, in quanto il surplus non si dissipa; così facendo sarebbe tuttavia possibile coprire totalmente il deficit di energia elettrica nei mesi invernali. Come mostrato nel diagramma 27, questo esempio si basa sulla ripartizione dell'idrogeno tra i mesi invernali con lo scopo, ad esempio, di ridurre il consumo di energia elettrica per la mobilità o il riscaldamento.

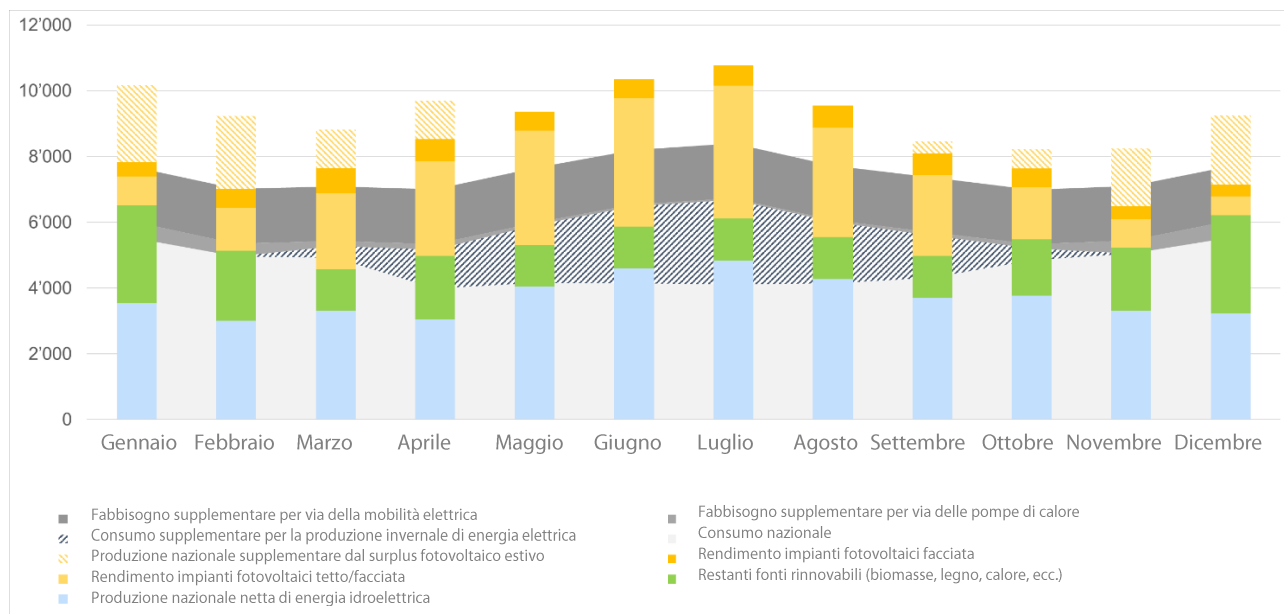


Diagramma 27: Produzione e consumo di energia 2050 B5 | Fonte: Involucro edilizio Svizzera | Ammodernamento variante 3 | Potenziamento fotovoltaico al 9% | Potenziamento energia idroelettrica 0,32% | Impianti di riscaldamento alternativi legno 1% | Potenziamento restanti fonti rinnovabili 0,62% | Ripartizione invernale dell'energia elettrica prodotta in estate sotto forma di idrogeno

Altre tipologie di impianti di accumulazione possono ottenere risultati ancora migliori a seconda del loro rendimento. Tuttavia, non è ancora chiaro quali tecnologie di accumulazione o quale mix di esse verrà infine impiegato da qui al 2050.

7 Produzione di energia elettrica 2050

Concentrarsi solo sulla produzione di energia non è sufficiente ai fini della svolta energetica. Come già descritto in precedenza, gli impianti di riscaldamento alternativi o le misure di ammodernamento sono altrettanto decisivi per portare a termine la svolta energetica entro il 2050. Poiché tuttavia in futuro molti sistemi oggi alimentati con carburanti fossili dovranno essere alimentati a energia elettrica, garantire una fornitura costante di energia e quindi l'approvvigionamento rappresenta un fattore decisivo.

Secondo la Confederazione e Involucro edilizio Svizzera, nel 2050 l'elettricità sarà prodotta in base alla seguente rappresentazione. Si tenga presente che sono già state considerate le misure di ammodernamento contenute nell'elenco relativo all'approccio ZERO base delle Prospettive energetiche (Strategia energetica) 2050+ (colonna 1).⁵⁷ Per quanto concerne Involucro edilizio Svizzera, i rispettivi dati sui consumi sono indicati talvolta considerando le sole misure di ammodernamento e talvolta considerando le misure di ammodernamento e l'utilizzo della PtX o, in alternativa, il riempimento dei bacini idroelettrici.

	1	2	3
Categoria di utilizzazione	Prospettive energetiche 2050+ Confederazione (ZERO base) in TWh	Involucro edilizio in TWh	Involucro edilizio TWh Considerazione PtX (ad esempio idrogeno) /impianti di accumulazione
Altre categorie di utilizzazione	5,83	5,83	5,83
Acqua calda	1,94	1,94	1,94
Riscaldamento dei locali	7,22 (già comprensivo di ammodernamento)	25,1*/7,85**	25,1*/07,25****
Clima, ventilazione e domotica	6,94	6,94	6,94
Calore dei processi	5,27	5,27	5,27
I&C, mezzi di intrattenimento	3,61	3,61	3,61
Propulsioni, processi	12,50 (incl. PtX)	12,5 (incl. PtX)	12,5 (incl. PtX)
Mobilità	16,94	20,00	16,7
Illuminazione	2,77	2,77	2,77
Supplemento: misure di ammodernamento non ancora considerate	0	17,25	17,25
Totale energia finale	63,2 TWh	83,96 TWh *(66,71**)	81,21 TWh ***/ (63,96 TWh****)
Elettrolisi, grandi pompe di calore e CCS	7,4	7,4	7,4
Perdite	5,3	5,3	5,3
Consumo nazionale totale netto	76 TWh	96,6 TWh *(79,41**)	93,91 TWh***/ (76,66****)

* senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 (semplice sostituzione dell'impianto di riscaldamento)

** con le misure di ammodernamento della variante V3 (sostituzione impianto di riscaldamento, Involucro edilizio, tetto, finestre)

*** senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 con l'utilizzo della PtX

**** con le misure di ammodernamento della variante V3 e con l'utilizzo della PtX

Come si evince chiaramente, la quantità di elettricità necessaria è analoga per tutte e tre le varianti. Considerando anche l'utilizzo del surplus di energia prodotta in estate da fonti solari, stando alla Strategia energetica 2050+ e ai calcoli effettuati da Involucro edilizio Svizzera, il consumo nazionale netto è analogo, anche se Involucro edilizio Svizzera prevede un maggior consumo di energia elettrica. La compensazione viene motivata con le misure di ammodernamento, che consentono un risparmio pur sempre pari a 17,25 TWh di energia elettrica. Per tutte e tre le varianti, il consumo nazionale netto di elettricità si attesta quindi tra 76 e 79 TWh.⁵⁸ Si osserva una situazione analoga anche considerando il consumo nazionale lordo oppure la produzione di elettricità.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, il quadro che emerge è sostanzialmente analogo. Se si mette da parte l'ammodernamento energetico e ci si concentra soprattutto sulla sostituzione dei vecchi impianti con le pompe di calore, il consumo nazionale lordo di elettricità ammonta a circa 105,5 TWh.

Fonte di elettricità	2020	Prospettive energetiche 2050+ Confederazione (ZERO base) in TWh	Involucro edilizio Svizzera
Fabbisogno di elettricità	55,7 TWh	63,2 TWh	66,7 TWh**
Consumo nazionale totale netto	69,4	76 TWh	79,4 TWh**/76,7 TWh****
Più esportazione	32,8	0,3 TWh	0,3 TWh
Produzione nazionale netta	65,4	76,3 TWh	79,7 TWh/77 TWh****
Più consumo pompe di accumulazione	0	8,5 TWh	8,5 TWh
Totale lordo produzione nazionale	102,2 TWh	84,8 TWh	85,5 TWh**** /88,2 TWh**/105,5 TWh*
Produzione			
Energia nucleare	23 TWh	0	0
Energia idroelettrica	40,6 TWh	44,7	44,7
Centrali di teleriscaldamento a energia fossile	1,6	1,0	1,0
Importazione	32,8	0	0
Varie energie rinnovabili			
Fotovoltaico	2,6	33,6	34,5
Energia eolica	0,15	4,3	4,3
Biomassa	0,4	0,2	0,2
Biogas	0,4	1,2	1,2
Impianto di trattamento delle acque reflue	0	0,1	0,1

Percentuale impianto d'incenerimento dei rifiuti	1,2	0,7	0,7
Geotermia	0	2,0	2,0
Blocco Etichetta Energia	0	-3,0	-3,0
Totale rinnovabili	4,2	39,1	40,0
Totale	102,75 TWh (senza considerare l'esportazione)	84,8 TWh	85,7 TWh (con ammodernamento V3)
Consumo nazionale lordo rispetto alla produzione	+0,55 TWh	+4 TWh	+0,2 TWh

* senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 (semplice sostituzione dell'impianto di riscaldamento)

** con le misure di ammodernamento della variante V3 (sostituzione impianto di riscaldamento, Involucro edilizio, tetto, finestre)

*** senza le misure di ammodernamento della variante V3, rappresenta la variante V1 con l'utilizzo della PtX

**** con le misure di ammodernamento della variante V3 e con l'utilizzo della PtX

8 Risorse necessarie

8.1 Situazione attuale

Anche disponendo di superfici e materiali, la risorsa più importante manca. Per poter portare avanti la svolta energetica, occorre soprattutto manodopera qualificata. Al momento non esiste una statistica aggiornata sulla forza lavoro attualmente disponibile e necessaria per la svolta energetica. La presente indagine si è quindi basata su dati già noti. Secondo CFSL 44E⁵⁹ circa 8800 persone lavorano nel settore degli involucri edilizi, 7200 nel settore del solare e circa 45'000 nel settore della tecnologia edilizia (ad esempio impianti idraulici, sanitari, di riscaldamento, ecc.). Occorre tuttavia considerare anche che, secondo i rilevamenti, alcuni lavoratori attribuiti ai rispettivi settori sono attivi anche negli altri settori. Almeno per quanto concerne i settori degli involucri edilizi e del solare, i calcoli riportati in questo documento presuppongono che almeno l'80% di tutti i lavoratori abbiano o avranno a che fare direttamente con le attività correlate alla svolta energetica (ammodernamento energetico ed energia solare). Si presume che questi lavoratori rappresentino circa il 10% di tutto il personale attivo nel settore della tecnologia edilizia. In questo quadro, il calcolo definitivo restituisce un totale di circa 17'280 lavoratori attivi nell'ambito della svolta energetica. La presente indagine prende in considerazione sono indirettamente elettricisti, costruttori di ponteggi, costruttori che utilizzano il legno, personale di vendita, consulenti energetici, ingegneri o personale amministrativo in generale ecc., anche se naturalmente queste figure non sono meno importanti. I 17'280 lavoratori sopra citati rappresentano la totalità delle figure attualmente impegnate nella «svolta energetica». Per il momento sarebbe tuttavia opportuno distinguere i lavoratori necessari per l'installazione degli impianti fotovoltaici, come pure i lavoratori necessari per eseguire gli ammodernamenti necessari.

8.2 Lavoratori del settore solare

Per il settore solare, il calcolo si presenta come segue: Nel 2020 sono stati installati circa 620'000 kWp di potenza solare, che insieme agli impianti solari esistenti hanno prodotto circa 2599 GWh di elettricità nel corso dell'anno. La superficie dei moduli fotovoltaici installati ammonta quindi a circa 21 milioni di metri quadrati, di cui 3,32 milioni di metri quadrati sono costituiti da superfici nuove installate nel 2020.⁶⁰ I 3,32 milioni di metri quadrati di superfici fotovoltaiche hanno impegnato circa 6109 lavoratori.⁶¹

Per raggiungere gli obiettivi della Strategia energetica 2050 oppure per produrre la quantità minima di elettricità di circa 34'500 GWh calcolata in quest'analisi, ogni anno andrebbe installato quasi il triplo dei metri quadrati di moduli fotovoltaici rispetto all'anno di riferimento 2020. Questo calcolo non considera gli eventuali incrementi di efficienza dei singoli moduli solari. Poiché l'installazione di moduli fotovoltaici dipende tuttavia dallo sviluppo delle superfici di tetti e facciate disponibili, dalle materie prime per la produzione e la fornitura di moduli fotovoltaici nonché dai lavoratori e dai mezzi finanziari a disposizione, il numero di moduli fotovoltaici da installare non varia in modo lineare, bensì tendenzialmente in modo esponenziale. Ciò significa che, mentre ad oggi le installazioni procedono ancora a rilento, entro il 2050 la rapidità di installazione dovrà aumentare di varie volte ogni anno.

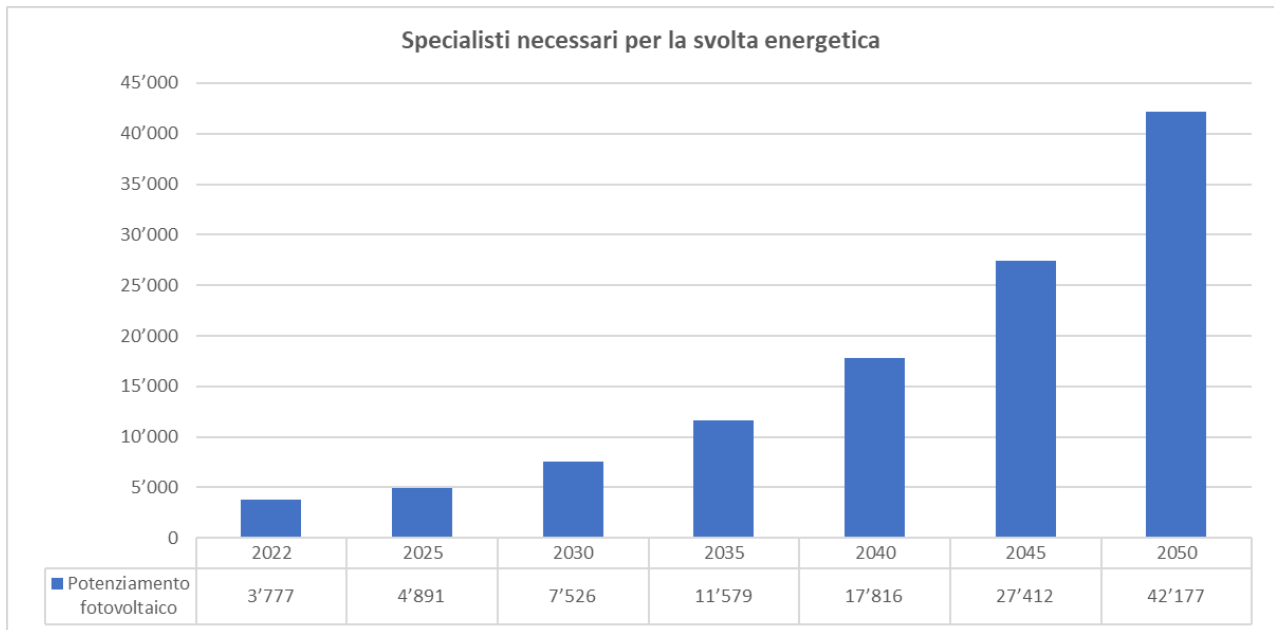


Diagramma 28: Specialisti per la svolta energetica – Solare | Fonte: Involucro edilizio Svizzera, riepilogo fabbisogno di specialisti per il potenziamento del settore fotovoltaico

Questo calcolo non considera gli impianti che andranno sostituiti nel corso degli anni, e nemmeno gli interventi di manutenzione o le eventuali ristrutturazioni. Il calcolo non considera neanche tutti gli occupati che svolgono interventi preliminari o ausiliari. Per il momento è possibile tralasciare l'eliotermia, in quanto, relativamente ai lavori di installazione, può essere considerata tendenzialmente come una tecnologia sostituiva dell'impianto fotovoltaico.

Se si considera che le stime prevedono una crescita del fotovoltaico pari al 9% annuo⁶², si evince che ogni anno occorrerebbero in media circa 16'500 specialisti per raggiungere gli obiettivi della Strategia energetica 2050. Come già detto, le cifre variano tuttavia in base al numero di metri quadrati di moduli fotovoltaici installati ogni anno. All'inizio sarà necessario un numero di specialisti sensibilmente inferiore, in quanto i lavori di installazione dovranno prima prendere ritmo, mentre verso la fine il numero di specialisti da impiegare aumenterà notevolmente.

Il personale necessario è stato calcolato sulla base dell'attuale rendimento dei moduli fotovoltaici. Al calare del numero di metri quadrati di moduli solari per ogni kWp, si riduce anche il numero di metri quadrati di moduli da installare affinché vengano prodotti i gigawattora di elettricità necessari entro il 2050. Di conseguenza, cala anche il fabbisogno di specialisti per l'installazione della potenza necessaria. Indipendentemente da ciò, in ogni caso è necessario formare gli specialisti necessari, tanto più che, come già detto, non sono ancora stati considerati servizi ausiliari come interventi di manutenzione e riparazione.

8.3 Manodopera e creazione di valore nell'ammodernamento degli edifici

L'attuale tasso di rinnovamento del parco immobiliare in Svizzera spazia da circa 0,5 fino a un massimo del 2% all'anno.⁶³ Il suddetto tasso corrisponde a una durata utile di un edificio di almeno 50 anni. Oltre il 75% di tutti gli edifici è stato costruito prima del 1991, motivo per cui per lo meno la durata utile matematica si raggiungerebbe già entro il 2041.⁶⁴ Naturalmente, ciò non significa che gli edifici interessati non sarebbero più utilizzabili o abitabili, bensì piuttosto che esiste un margine di miglioramento notevole nell'ottica dell'efficienza energetica degli edifici. Per garantire l'esecuzione delle misure necessarie entro il 2050, risparmiare i 17,3 TWh di energia necessari e quindi assicurare che anche nel 2050 si disporrà di energia sufficiente per la produzione di riscaldamento e acqua calda, occorrerebbe un tasso di rinnovamento minimo del 3,6% per ammodernare sul piano energetico tutti gli edifici abitativi interessati entro il 2050.

In questa analisi si parte dal presupposto che per l’ammodernamento energetico venga scelta la variante tre, che prevede la sostituzione dell’impianto di riscaldamento e l’ammodernamento dell’involucro edilizio.⁶⁵ Considerando che attualmente gli edifici residenziali del parco immobiliare sono circa 1,765 milioni, risultano 4,47 milioni di abitazioni. Il 75% di esse, quindi circa 3,3 milioni di abitazioni, necessita di ammodernamento energetico. La superficie abitativa media di queste abitazioni è di 102 metri quadrati, per una superficie totale di circa 340 milioni di metri quadrati. Come già detto, quest’analisi ha scelto la variante tre come variante di ammodernamento di riferimento. Presupponendo 340 milioni di metri quadrati di superficie abitativa, si calcola un potenziale totale di circa 421 milioni di metri quadrati di superficie rinnovabile per la variante tre ad esclusione delle finestre (nessuna creazione di valore per il settore degli involucri edilizi). In un periodo di 28 anni, questo equivale a circa 15 milioni di metri quadrati di elementi da realizzare potenzialmente ogni anno.⁶⁶ Visti i prezzi al metro quadrato di 350 franchi per la facciata, di 420 franchi per il tetto a falde e di 320 franchi per il tetto piano, questo genera un potenziale di investimento medio di 5,65 miliardi di franchi all’anno.⁶⁷ Calcolando un tasso di rinnovamento lineare pari al 3,6% annuo,⁶⁸ è quindi possibile presupporre un potenziale volume di investimento di circa 5,65 miliardi di franchi. Nell’ambito delle facciate e dei tetti piani, la percentuale di creazione del valore derivante dalle prestazioni dei lavoratori è pari al 50%, e si attesta tra il 30 e il 40% per quanto concerne il riscaldamento. La percentuale di creazione del valore sull’intero volume di investimenti generato dai lavoratori in fase di ammodernamento equivale pertanto a circa 3,07 miliardi di franchi (si veda il diagramma 29).⁶⁹ L’intero potenziale di creazione del valore dei lavoratori per il settore degli involucri edilizi equivale pertanto a circa 5,5 miliardi di franchi all’anno (si veda il diagramma 30).

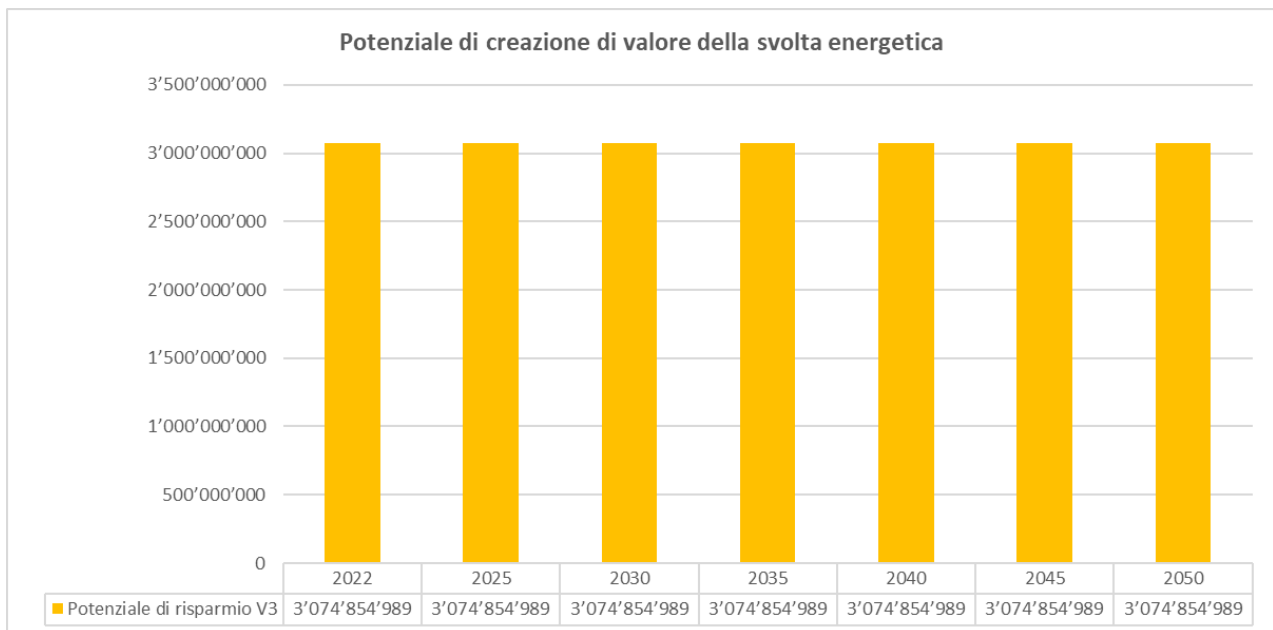


Diagramma 29: Potenziale di creazione del valore svolta energetica ammodernamento | Fonte: Involucro edilizio Svizzera, riepilogo potenziale di creazione del valore in relazione all’ammodernamento

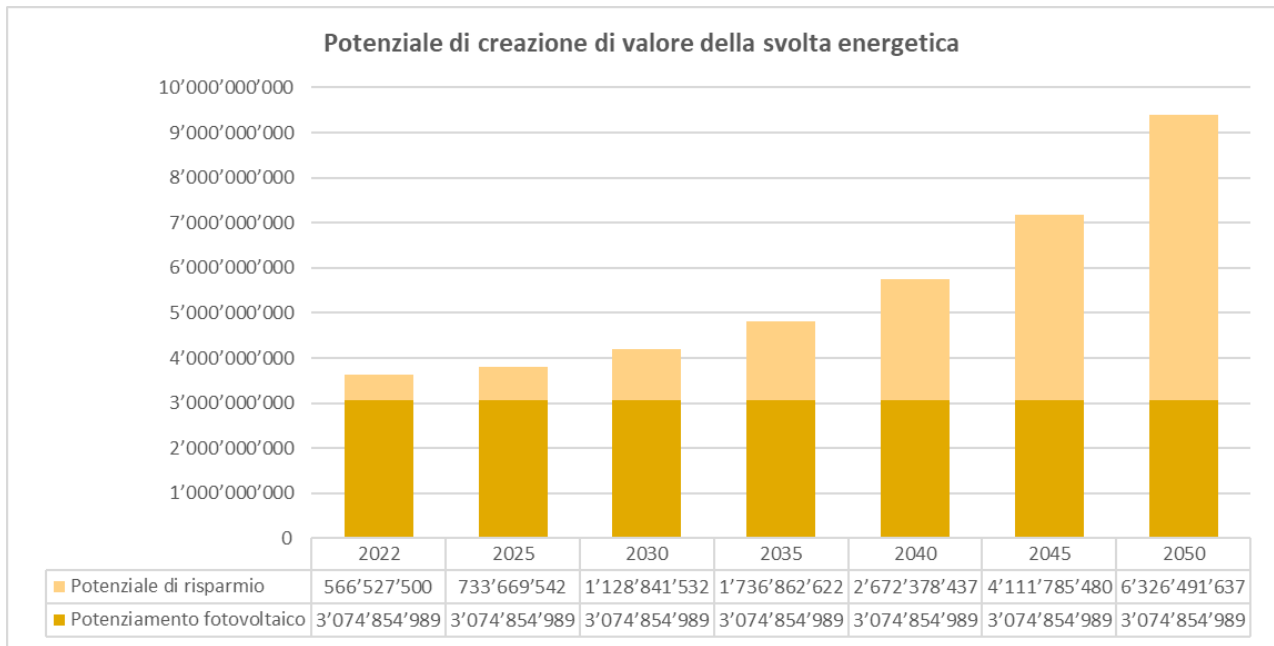


Diagramma 30: Potenziale di creazione del valore svolta energetica ammodernamento e solare | Fonte: Involucro edilizio Svizzera, riepilogo potenziale di creazione del valore in relazione all'ammodernamento

Se si presuppone – come per l'installazione di impianti solari – un potenziale di creazione del valore di circa 150'000 franchi per ciascun lavoratore, risulta un fabbisogno annuo di circa 20'500 lavoratori⁷⁰ da impiegare per la svolta energetica.⁷¹ Si tratta naturalmente di un valore medio, che può essere leggermente superiore un anno e leggermente inferiore in quello successivo.

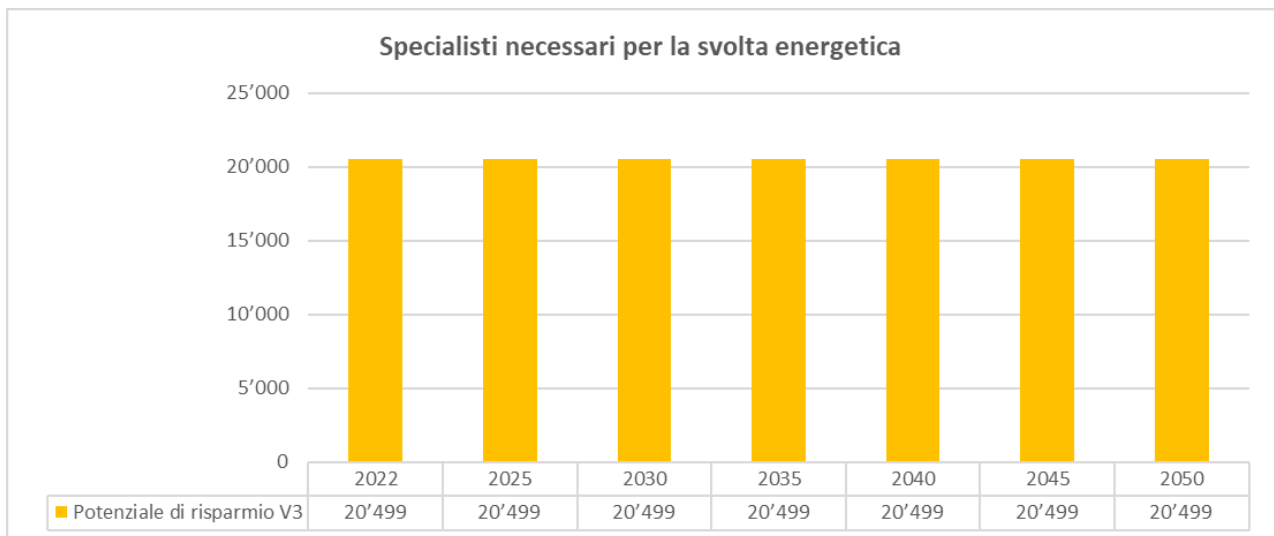


Diagramma 31: Specialisti per la svolta energetica – Ammodernamento | Fonte: Involucro edilizio Svizzera, riepilogo fabbisogno di specialisti per l'ammodernamento

8.4 Totale specialisti necessari per la svolta energetica

Nel complesso occorreranno in media circa 37'000 specialisti all'anno (16'500 per il fotovoltaico e 20'500 per l'ammodernamento) per portare a termine la svolta energetica. Senza questi specialisti non sarà possibile portare a termine la svolta energetica, nemmeno se le misure di ammodernamento, gli impianti di riscaldamento oppure anche gli impianti fotovoltaici diventeranno migliori e più efficienti. Occorre tuttavia considerare anche il fatto che gran parte degli specialisti summenzionati deve essere formata, il che a sua volta richiede risorse come tempo e denaro.

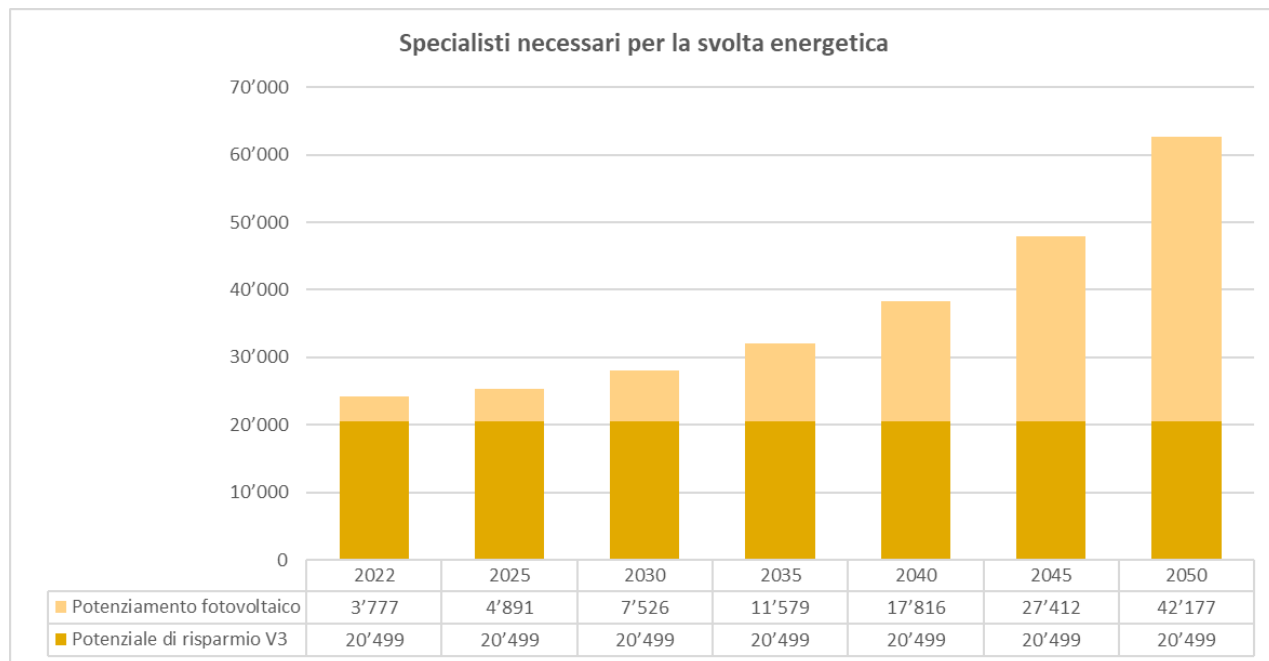


Diagramma 32: Totale specialisti per la svolta energetica | Fonte: Involucro edilizio Svizzera, riepilogo fabbisogno di specialisti per l'ammodernamento e il potenziamento del fotovoltaico

9 Conclusioni e risultati finali

Al punto 1.2 sono state poste alcune domande a cui questa analisi di Involucro edilizio Svizzera desidera dare risposta. In base alle risposte date si dovrebbe riuscire a chiarire la domanda onnicomprensiva, ovvero se è possibile raggiungere l'obiettivo di un saldo netto pari a zero e quali misure sono necessarie a tale scopo.

I vettori energetici fossili continuano a dominare la scena mondiale. Petrolio, gas e carbone continuano a rappresentare il tritico più gettonato, che costituisce oltre l'84% del consumo energetico mondiale. L'energia idroelettrica, le energie rinnovabili (ad esempio il solare), ma anche l'energia nucleare, nel loro complesso, rappresentano una minima parte del consumo energetico primario, con una percentuale di circa il 16%. In Svizzera le cifre sono analoghe. I vettori energetici fossili continuano a rappresentare la percentuale più elevata dell'intero consumo finale di energia. I prodotti petroliferi e il gas detengono la quota più ampia (circa il 60%), a cui fa seguito l'elettricità con il 26,8% circa. La percentuale residua, ossia il 14,3%, è composta da piccole quote di carbone, energia da legno, teleriscaldamento, scarti industriali e restanti fonti rinnovabili. Entro il 2050 i vettori energetici fossili dovranno tuttavia passare il testimone a fonti sostenibili.

I vettori energetici fossili non sono però gli unici a dover essere azzerati entro il 2050. L'ultima centrale nucleare svizzera dovrà essere scollegata dalla rete al più tardi entro il 2044. Sulla base del 2020, con la moratoria delle centrali nucleari, la Svizzera dovrà colmare un deficit di 23 TWh di energia. Al tempo stesso, il consumo di energia aumenterà ancora entro il 2050. In linea di massima, la Confederazione prevede un incremento del consumo finale a 63,2 TWh, con un consumo nazionale netto stimato di circa 76 TWh. A ciò si aggiungono ulteriori aumenti nei consumi dovuti alle pompe di calore e all'elettrificazione del trasporto individuale.

Involucro edilizio Svizzera ritiene possibile la svolta energetica con l'obiettivo di un saldo netto pari a zero nel 2050, a patto che vengano rispettati i seguenti presupposti:

Gli edifici costruiti prima del 1991 devono essere ammodernati sul piano energetico entro i prossimi 28 anni. Ciò significa che il tasso di rinnovamento deve crescere dall'odierno 0,5% al 3,6%. L'ammodernamento comprende misure quali l'ammodernamento energetico degli involucri edilizi, la sostituzione dell'impianto di riscaldamento (in particolare, pompe di calore e riscaldamento a pellet), ma anche l'installazione di impianti solari, tra cui quelli eliotermici.

La svolta energetica può essere portata a termine se le misure di ammodernamento attuate corrispondono in media agli interventi minimi della variante tre proposta da Involucro edilizio Svizzera, ossia ammodernamento dell'involucro edilizio, sostituzione dell'impianto di riscaldamento e installazione di un impianto solare. In totale sono 15 milioni le superfici da ammodernare ogni anno. La sola sostituzione degli impianti di riscaldamento e l'installazione di impianti solari (compresi quelli eliotermici) non bastano per coprire il fabbisogno energetico nel 2050. Con la variante di ammodernamento tre è possibile risparmiare in totale 17,3 TWh di energia (oltre ad altri vettori energetici fossili), il che a sua volta fornisce energia – soprattutto elettricità – per altri scopi d'impiego come pompe di calore e mobilità. L'energia elettrica prodotta in eccesso nel periodo estivo può essere trasferita ai mesi invernali mediante accumulazione (ad esempio bacini idroelettrici/PtX), in modo da garantire una quantità sufficiente di elettricità anche nella stagione fredda.

Se viene scelta la variante tre delle misure di ammodernamento, per poter coprire il fabbisogno energetico nel 2050 è necessaria una crescita annua minima del 9% del fotovoltaico, fino a raggiungere una potenza complessiva di 34,5 TWh. Inoltre, le restanti fonti rinnovabili (senza energia idroelettrica) devono contribuire come minimo con 6,5 TWh di energia, mentre l'energia idroelettrica dovrà fornire 44,7 TWh. Per poter garantire il riscaldamento anche nei mesi invernali, in alternativa alle pompe di calore è anche possibile installare impianti di riscaldamento a pellet. Con una crescita dell'1% all'anno, nel 2050 questi

impianti potranno contribuire con 14,7 TWh, riducendo così il fabbisogno di energia elettrica, in quanto al posto delle pompe di calore vengono installati anche impianti di riscaldamento a pellet.

Occorrono tuttavia degli specialisti per portare a termine la svolta energetica. Da qui al 2050, la sola installazione degli impianti fotovoltaici richiederà in media circa 16'500 specialisti in più ogni anno. Per le misure di ammodernamento saranno necessari in media altri 20'500 specialisti in più ogni anno.

Anche il finanziamento dovrebbe rappresentare una sfida altrettanto importante. Con un volume di investimenti di 5,65 miliardi di franchi svizzeri all'anno (variante di ammodernamento tre) occorre mettere a disposizione risorse economiche importanti. A questo proposito saranno necessari programmi di promozione erogati dalla Confederazione, ma anche da organizzazioni private, come ad esempio un fondo per gli involucri edilizi.

A conti fatti, la svolta energetica è un obiettivo raggiungibile, a patto che vengano realizzate misure di ammodernamento energetico degli edifici, che vengano installati impianti solari e che si reperisca un numero cospicuo di specialisti nei settori interessati.

Commissione Economia Aziendale di Involucro edilizio Svizzera

Allegato: Contributo del Tages-Anzeiger «Più indipendenti in futuro grazie all’ammodernamento energetico e all’energia solare»

**Unabhängiger in die Zukunft dank
energetischem Modernisieren und Solarenergie**

Der Schweiz steht ein enormer Energie-Umbruch bevor. Das Abstellen der Kernkraftwerke, die zusätzliche Belastung durch Elektrofahrzeuge als auch die Transformation bei den Heizsystemen fordern entsprechende Massnahmen. Gebäudehülle Schweiz hat hierzu eine Studie erstellt, welche die notwendigen Massnahmen erörtert hat.



Al contributo: <https://gebäudehülle.swiss/it/node/4892/download>

Note

- ¹ MORO, NICCOLÒ / SAUTER, DAVID / STREBEL, SVEN / ROHRER, JÜRIG: Il potenziale di energia solare dei tetti svizzeri, ZHAW, p. 16 seg., <https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/21356>
- ² GUERRA, FABIO / PLEBANI, TOMMASO: WÜEST & PARTNER AG, Prospettiva Involucro edilizio Svizzera, studio di mercato 2020, p. 17 seg.
- ³ UFFICIO FEDERALE DELL'ENERGIA: Potenziale solare, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/novita-e-media/comunicati-stampa/mm-test-msg-id-74641.html>
- ⁴ Superficie impianti fotovoltaici installati 2020 = 21 milioni di m². Potenza installata 2020: 2973,4 MWp oppure 2'973'400 kWp (3 milioni). | 1 kWp = 21 milioni / 3 milioni = 7.
- ⁵ KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 1.
- ⁶ KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 1.
- ⁷ I vettori energetici primari oggi utilizzati o favoriti sono petrolio (greggio), gas naturale, carbone, torba, uranio naturale o energia nucleare, legno e altre biomasse, energia eolica, energia maremotrice, l'energia del moto ondoso, energia idroelettrica, radiazione solare, energia geotermica e calore ambientale. I vettori energetici primari comprendono inoltre rifiuti e scarti industriali, sebbene non più allo stato naturale.
- ⁸ UFFICIO FEDERALE DELL'ENERGIA: Statistica globale svizzera dell'energia 2019, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-globale-dellenergia.html>
- UFFICIO FEDERALE DELL'ENERGIA: Statistica globale svizzera dell'energia 2020, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-globale-dellenergia.html>
- ⁹ SWISSGRID, <https://www.swissgrid.ch/it/home/operation/grid-data/generation.html>
- ¹⁰ Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 13, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html
- ¹¹ Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 2, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html
- ¹² Statistica svizzera dell'elettricità 2020, p. 2, https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/statistiche-e-geodati/statistiche-energetiche/statistica-dell_elettricit.html
- ¹³ Si veda sopra il punto 1.3.
- ¹⁴ Si veda al riguardo: KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 35.
- ¹⁵ Ad esempio, le fonti di energia PtX o anche il pompaggio dell'acqua nelle centrali ad accumulazione con impianto di pompaggio necessitano di elettricità, la quale non rientra nel computo dell'energia finale consumata.
- ¹⁶ La ragione per cui l'obiettivo del 2025 è già stato sfiorato nel 2020 con 718 petajoule (199,4 TWh) è da ricercarsi nella pandemia di Coronavirus.
- ¹⁷ Si veda al riguardo: KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 35.
- ¹⁸ TAGES-ANZEIGER, <https://www.tagesanzeiger.ch/eu-parlament-stimmt-fuer-verbot-von-verbrenner-motoren-208458127935>
- ¹⁹ AVENERGY SUISSE: Rapporto annuale 2020, p. 48, https://www.avenergy.ch/images/pdf/Jahresbericht_2020_de.pdf
- ²⁰ Tabella UNI mappa consumo energetico 2020. Potere calorifico diesel 9,8 kWh/litro, benzina 8,5 kWh/litro = valore medio 9,15 kWh/litro.
- ²¹ UST, USTRA – Parco veicoli stradali (MFZ), UST – Rilevazione dei ciclomotori effettuata dai Cantoni, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/15384939/master>
- ²² Tabella Involucro edilizio, consumo auto elettriche, cella B54.
- ²³ UST, USTRA – Parco veicoli stradali (MFZ), UST – Rilevazione dei ciclomotori effettuata dai Cantoni, <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/15384939/master>
- ²⁴ LA STRADA DEI RE+ è composta da tre tappe. La prima tappa comprende l'ammodernamento dell'involucro edilizio, la seconda tappa prevede in aggiunta l'installazione di un impianto di riscaldamento nuovo e di un impianto elioteramico, mentre la terza tappa integra le due precedenti con un impianto fotovoltaico, accumulatori a batteria e impianti Smart Home. Le quattro varianti applicate in questa analisi prendono in considerazione tutte e tre le tappe, illustrando però in maniera mirata gli effetti di ogni singolo intervento sul consumo energetico.
- ²⁵ Scheda tecnica Edilizia ad efficienza energetica di Involucro edilizio Svizzera, p. 7, <https://gebäudehülle.swiss/node/2803/download>
- ²⁶ EnDK, CONFERENZA DEI DIRETTORI CANTONALI DELL'ENERGIA; Fattori di ponderazione nazionali per la valutazione degli edifici, https://www.google.com/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiY4pass_n7AhUKX_EDHYj5AJAQFnoECBIOAw&url=https%3A%2Fwww.endk.ch%2Fde%2Ffablage%2Fgrundhaltung-der-endk%2F20160204-nationalegewichtungsfaktorenfrdiebeurteil.pdf&usg=AOvVaw0-Hwfn1KOPruvN0qWXvopA
- ²⁷ Si veda al riguardo anche il punto 4.3.1 a seguire.
- ²⁸ Involucro edilizio Svizzera, riepilogo delle misure.
- ²⁹ Si veda al riguardo anche il punto 6.2 a seguire.
- ³⁰ KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 10.
- ³¹ Cfr. punto 2.5.4.
- ³² Non è realistico sottoporre ad ammodernamento energetico completo l'intero parco edifici della Svizzera (V4). Ci saranno edifici ammodernabili solo in piccola parte, come quelli sottoposti a vincolo di tutela, situati nei centri urbani. Al contrario, la V2 è sostanzialmente possibile in tutti gli edifici. Ai fini del calcolo per l'ammodernamento degli edifici, è stata pertanto selezionata la variante tre, in quanto offre una buona soluzione di compromesso tra V2 e V3.
- ³³ Ufficio federale dell'energia: «Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Svizzera dal 1990 al 2019 (in gigawattora)». Chart. 1^o settembre 2020. Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/410622/umfrage/stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien-in-der-schweiz/>
- ³⁴ Si veda al riguardo sopra il punto 1.1.
- ³⁵ UFFICIO FEDERALE DELL'ENERGIA, <https://www.admin.ch/gov/it/pagina-iniziale/documentazione/comunicati-stampa/msg-id-76258.html>
- ³⁶ La raccolta dei dati relativi alle superfici dei collettori è stata adeguata nel 2020. Ora si fa riferimento alla superficie lorda e non più alla superficie di apertura. Questo perché, secondo la norma attualmente vigente, non è più necessario considerare la superficie di apertura.
- ³⁷ Fonte: SWISSOLAR, indagine di mercato 2021, p. 13, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf
- ³⁸ SOLARSERVER.CH, <https://www.solarserver.de/2021/07/14/schweiz-photovoltaik-markt-waechst-solarthermie-schrumpft/>
- ³⁹ Il coefficiente COP, «Coefficient of Performance», indica il rapporto tra il calore prodotto dalla pompa di calore e l'energia (elettrica) necessaria per produrlo. In parole povere, misura quante unità di calore una pompa di calore è in grado di produrre partendo da un'unità di energia elettrica e di immettere nel circuito di riscaldamento. WEGATECH, <https://www.wegatech.de/ratgeber/waermepumpe/grundlagen/cop/>
- ⁴⁰ Calcolo: Produzione mensile di calore, divisa per il fabbisogno di energia elettrica della pompa di calore. Il calcolo ha restituito 1,74 come risultato peggiore e 2,99 come risultato migliore. Media COP = 2,69.

-
- ⁴¹ Media stazioni di misurazione Lugano, Sion, Ginevra, Berna, Samedan, Zurigo, Basilea, Engelberg, <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/messwerte-und-messnetze.html#lang=de¶m=messwerte-lufttemperatur-10min>
- ⁴² Calcolo semplice della media (considerando il giorno più lungo e quello più corto). Il risultato viene quindi diviso per due al fine di mantenere la media di 12,5 ore di sole al giorno. La lunghezza media effettiva del giorno è tuttavia inferiore, motivo per cui il nostro calcolo si limita a dieci ore.
- ⁴³ Messaggio del Consiglio federale sulla nuova LEn, p. 19; Bozza della Legge federale su un approvvigionamento elettrico sicuro con le energie rinnovabili, modifica della Legge federale sull'energia e della Legge federale sull'approvvigionamento elettrico, <https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/fga/2021/1667/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-fga-2021-1667-de-pdf-a.pdf> Si veda al riguardo anche il punto
- ⁴⁴ Ufficio federale dell'energia: Statistica energia solare, anno di riferimento 2020, p. 6 e 7, https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Markterhebung/2021/10539-Statistik_Sonnenenergie_Bericht_DE_def.pdf
- ⁴⁵ PRONOVO: Cockpit etichetta energetica Svizzera, versione agosto 2021, <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/68003.pdf> (visitato l'ultima volta il 25.09.2022); Ufficio federale dell'energia (UFE): Etichetta energetica per automobili: Indicatori ambientali 2022 della produzione di energia elettrica e carburanti, <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10994>
- ⁴⁶ Calcolo: $2973,4 \text{ MWp} = 2'973400 \text{ kWp} \times 7 \text{ m}^2 = 20'813'800 \text{ m}^2$ (circa 21 milioni). SWISSOLAR, associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare: Scheda informativa, energia elettrica dal sole; luglio 2021.
- ⁴⁷ Bozza della Legge federale su un approvvigionamento elettrico sicuro con le energie rinnovabili, modifica della Legge federale sull'energia e della Legge federale sull'approvvigionamento elettrico, <https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2021/1667/it> Si veda al riguardo anche il punto 5.1.
- ⁴⁸ Si vedano al riguardo anche le Prospettive energetiche 2050+.
- ⁴⁹ Il calcolo si basa sull'attuale livello di rendimento dei moduli fotovoltaici.
- ⁵⁰ Si vedano al riguardo anche le Prospettive energetiche 2050+, p. 57.
- ⁵¹ Il potenziale di energia elettrica in Svizzera da impianti solari sui tetti. Un'analisi sulla base di Sonnendach.ch, p. 1.
- ⁵² Prospettive energetiche 2050+, rapporto succinto, p. 35.
- ⁵³ Cfr. punto 2.5.6.
- ⁵⁴ UFFICIO FEDERALE DELL'ENERGIA, negoziati sull'energia Svizzera-UE, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/approvvigionamento-elettrico/negoziati-sull-energia-svizzera-ue.html>
- ⁵⁵ TAGBLATT, <https://www.tagblatt.ch/news-service/inland-schweiz/energie-so-will-sommaruga-die-schweizer-stromluecke-abwenden-Id.2252652>
- ⁵⁶ UFFICIO FEDERALE DI STATISTICA, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/it/home/statistiche/costruzioni-abitazioni/abitazioni/dimensioni.html>.
- ⁵⁷ KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 66.
- ⁵⁸ KIRCHNER, ALMUT / KEMMLER, ANDREAS et al.: Prospettive energetiche 2050+ della Confederazione, rapporto succinto, 2020, p. 66.
- ⁵⁹ CFSL, <https://www.ekas.ch/download.php?id=10>
- ⁶⁰ Calcolo Excel PVZuwachspotenzial (potenziale di crescita fotovoltaico), cella D59.
- ⁶¹ Calcolo Excel PVZuwachspotenzial (potenziale di crescita fotovoltaico), cella D63.
- ⁶² Si veda sopra il punto 6.2.
- ⁶³ SWISSBAU: Die Schweiz baut solide, <https://www.swissbau.ch/de/aktuell/blog/der-schweizer-baut-soli-de#:~:text=Mit%20knapp%202%25%20liegt%20die,Schweizer%20Qualit%C3%A4t%20durchaus%20realistisch%20ist>
- ⁶⁴ Calcolo Excel, creazione di valore all'anno, cella B13.
- ⁶⁵ Si veda sopra il punto 2.5.4.
- ⁶⁶ Calcolo tabella Excel «Berechnung_Wertschöpfung_pro_Jahr» celle N12+O12+P12.
- ⁶⁷ Calcolo tabella Excel «Berechnung_Wertschöpfung_pro_Jahr» celle N15+O15+P15. Calcolo: $7,8 \text{ milioni} \times 350.- + 5,9 \text{ milioni} \times 420.- + 1,2 \text{ milioni} \times 320.- = 5,6 \text{ miliardi} + \text{percentuale di creazione del valore del } 50\% \text{ circa (2,8 miliardi)} = 3 \text{ miliardi di franchi.}$
- ⁶⁸ Il parco immobiliare andrebbe rinnovato entro il 2050, pertanto nel corso di 28 anni tutte le case costruite prima del 1991 andrebbero ammodernate sul piano energetico. Questo corrisponde a $100/28 = 3,57\%$ all'anno. Tasso di rinnovamento pari al 3,6%.
- ⁶⁹ Calcolo tabella Excel «Berechnung_Wertschöpfung_pro_Jahr» celle N18+O18+P18.
- ⁷⁰ $3,07 \text{ miliardi divisi per } 150'000 = 20'500.$
- ⁷¹ Calcolo tabella Excel «Berechnung_Wertschöpfung_pro_Jahr» cella O22.

AMMODERNAMENTO ENERGETICO ED ENERGIA SOLARE

Il Centro di competenza Involucro edilizio Svizzera offre agli specialisti del settore edile un'ampia gamma di conoscenze tecniche relative agli involucri edilizi. La collana di brochure «La strada dei re e+» fornisce informazioni aggiornate, distinguendosi così dalla massa di brochure, schede tecniche, proposte e modelli di contratti.

L'ausilio alla pianificazione chiarisce come i costruttori raggiungono i propri obiettivi percorrendo tre tappe nella giusta sequenza: le vecchie costruzioni con dispersioni energetiche diventano immobili all'avanguardia capaci di risparmiare energia. La brochure fornisce inoltre la soluzione per realizzare involucri edilizi a impatto climatico zero. Questo perché la casa del futuro è una casa capace di produrre più energia di quanta ne consumi. Vi mancano le

conoscenze tecniche in tema di energia solare? Perfezionate la Vostra formazione su tematiche di grande attualità come l'energia solare e la consulenza energetica.

Il centro di formazione Polybau offre un'ampia gamma di corsi specifici, moduli e percorsi didattici, anche per persone provenienti da altri mestieri. Il motto è «carichi di energia per il futuro». Per ulteriori informazioni, visitate polybau.ch.

I NOSTRI STRUMENTI

Video esplicativo



Offerta di formazione continua con sole visioni





Elenco Involucri edilizi-Specialisti per settore



LE NOSTRE CONOSCENZE TECNICHE SONO IL VOSTRO VANTAGGIO


 Aspetti tecnici e approvvigionamento

 Sicurezza e diritto

 Economia aziendale

 Formazione

 Comunicazione

 Personale e diritto



«GLI SPECIALISTI DI INVOLUCRI EDILIZI:
CONSULENZA APPROFONDATA DA UN UNICO
FORNITORE, PER RISPARMIARE TEMPO ED ENERGIE»

