

Da dove arriva la corrente elettrica?





«La modernizzazione della rete di trasmissione pone le basi per un futuro energetico sostenibile.»

Rafael Martín Roso Grid Project Manager



«La rete svizzera di trasmissione non è una rete elettrica isolata. Tecnicamente e legalmente, bisogna pensare oltre i confini.»

Charlotte Rossat Senior Legal Counsel



«I modelli di rete sono essenziali per una gestione sicura della rete. Questa rappresentazione astratta della rete reale supporta le stazioni di comando della rete sia nella gestione in tempo reale sia nella pianificazione.»

Asja Derviskadic Head of Network Modelling and Analysis



«I rischi ci sono sempre. Con misure e processi adeguati, la rete di trasmissione viene resa più resistente agli eventi negativi.»

Hans Ulrich Künzler Head Enterprise Risk Management

L'elettricità è onnipresente. È parte integrante della vita quotidiana e indispensabile per la vita moderna. L'energia elettrica ha già fatto molta strada prima di uscire dalla presa di corrente come qualcosa di normale. La rivista Swissgrid vi accompagna lungo questo percorso e vi mostra il ruolo svolto da Swissgrid, in qualità di gestore della rete di trasmissione.

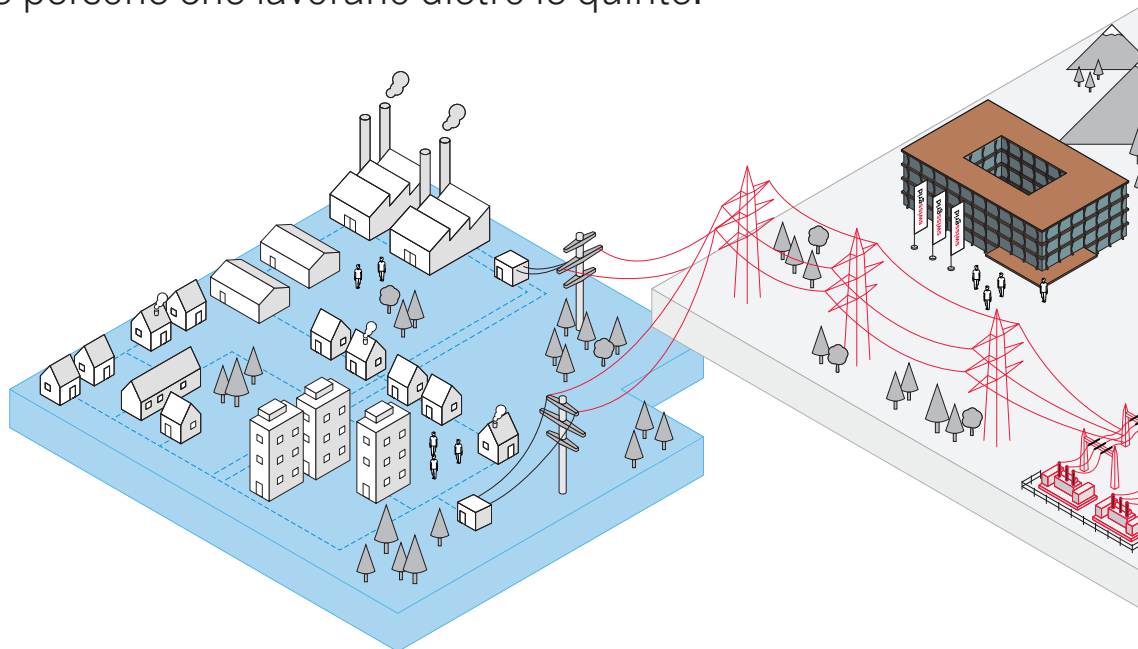
Per far sì che l'elettricità sia sempre disponibile, le collaboratrici e i collaboratori di Swissgrid lavorano 24 ore su 24. Controllano i flussi di energia e assicurano che l'infrastruttura funzioni in modo ineccepibile. Per garantire l'approvvigionamento a lungo termine, Swissgrid pianifica già oggi la rete del futuro, fornendo così un importante contributo alla transizione energetica.

Scoprite di più sul percorso dell'elettricità oggi e domani nel magazine.

Vi auguriamo una buona lettura.

Il percorso dell'elettricità

In tre capitoli, illustreremo il percorso dell'elettricità con conoscenze di base, interviste con esperti e ritratti delle persone che lavorano dietro le quinte.



6 1 – Come si usa l'elettricità?

8 REPORTAGE FOTOGRAFICO

L'utilizzo dell'energia elettrica nella vita quotidiana



12 **DIALOGO** La più grande comunità di consumo proprio della Svizzera: intervista a Urs Buomberger

16 **L'ABC DELLA CORRENTE** Fatti interessanti sull'energia elettrica e sul consumo della corrente

20 2 – Come viene trasportata l'energia elettrica?

22 **REPORTAGE FOTOGRAFICO** La rete di trasmissione – linfa vitale della Svizzera

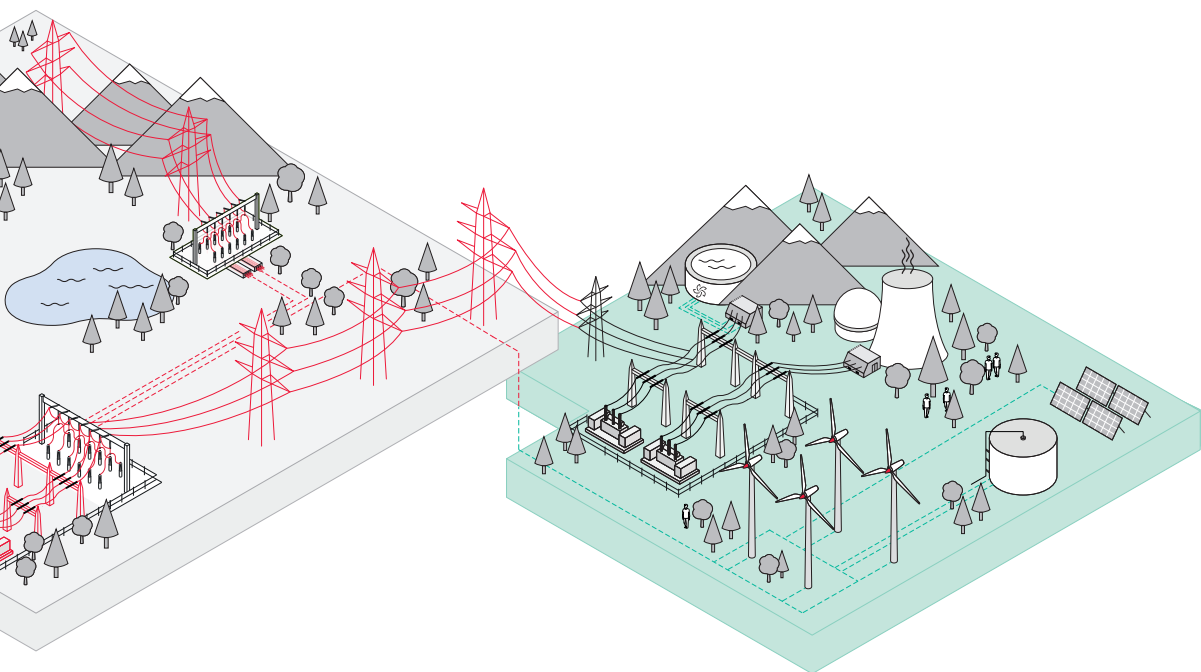
26 **TRASMISSIONE DI CORRENTE** Sette passi verso l'obiettivo

28 **RETE DI TRASMISSIONE** Ecco l'hardware che serve alla rete

30 **CENTRO DI COMANDO DELLA RETE** Tutto passa da qui

34 **SICUREZZA DELL'APPROVVIGIONAMENTO** Sviluppo della rete orientato al futuro

38 **PROGETTI DI RETE** Linea ad altissima tensione Bassecourt – Mühleberg



- 40** **SOSTENIBILITÀ** Api selvatiche sotto tensione
- 42** **SOSTENIBILITÀ** Nuova vita nel legno morto
- 44** **MERCATO DELL'ELETTRICITÀ** A volte i secondi contano



- 46** **DIALOGO** Rete di trasmissione in evoluzione: intervista a Nell Reimann
- 50** **INNOVAZIONE** Migliorare le previsioni sul fotovoltaico

52 **3 — Come si produce l'elettricità?**

- 54** **REPORTAGE FOTOGRAFICO** Le molteplici forme di produzione di energia elettrica



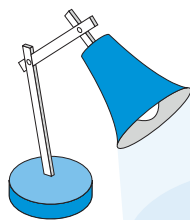
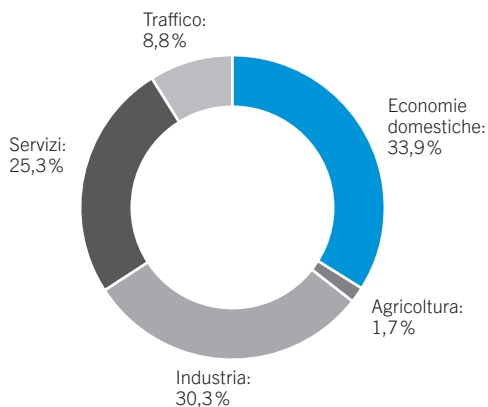
- 58** **DIALOGO** Focus sulle tecnologie di stoccaggio dell'energia elettrica: intervista al dott. Stefan Oberholzer
- 62** **L'ABC DELLA CORRENTE** Fonti energetiche di oggi e di domani

L'era della corrente elettrica

L'elettricità non è visibile, eppure è costantemente presente nella nostra società. Il consumo di energia elettrica è in costante aumento da anni e continuerà ad aumentare sulla scia delle misure contro il cambiamento climatico. I miglioramenti dell'efficienza e le nuove tecnologie per le economie domestiche, i trasporti e l'industria sono necessari per soddisfare la crescente domanda.

Con il 33,9%

il **consumo** svizzero di energia elettrica nel 2021 era dominato dalle economie domestiche.



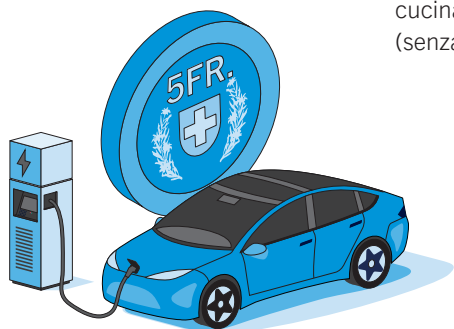
~ il 40%

è l'**elettricità supplementare** necessaria nei mesi invernali rispetto all'estate. Poiché le giornate sono più corte, si passa più tempo con la luce artificiale. Gli elettrodomestici e l'elettronica di consumo si usano più spesso e anche il riscaldamento contribuisce ad aumentare l'utilizzazione di energia elettrica.

Circa CHF 1500



è quanto si spende per l'elettricità un'economia domestica in un appartamento di cinque stanze con cucina elettrica e asciugatrice (senza boiler elettrico) nel 2024.



Circa 5 franchi per 100 km è il prezzo della ricarica di un'auto elettrica con un prezzo medio dell'energia elettrica di 27,2 centesimi/kWh (2023).

20 – 40%

è il **potenziale di risparmio energetico** nelle imprese, a seconda del settore. Con il passaggio coerente alle fonti di luce a LED e agli apparecchi ad alta efficienza energetica, così come l'ottimizzazione energetica delle sale server, il consumo di energia elettrica può essere significativamente ridotto.



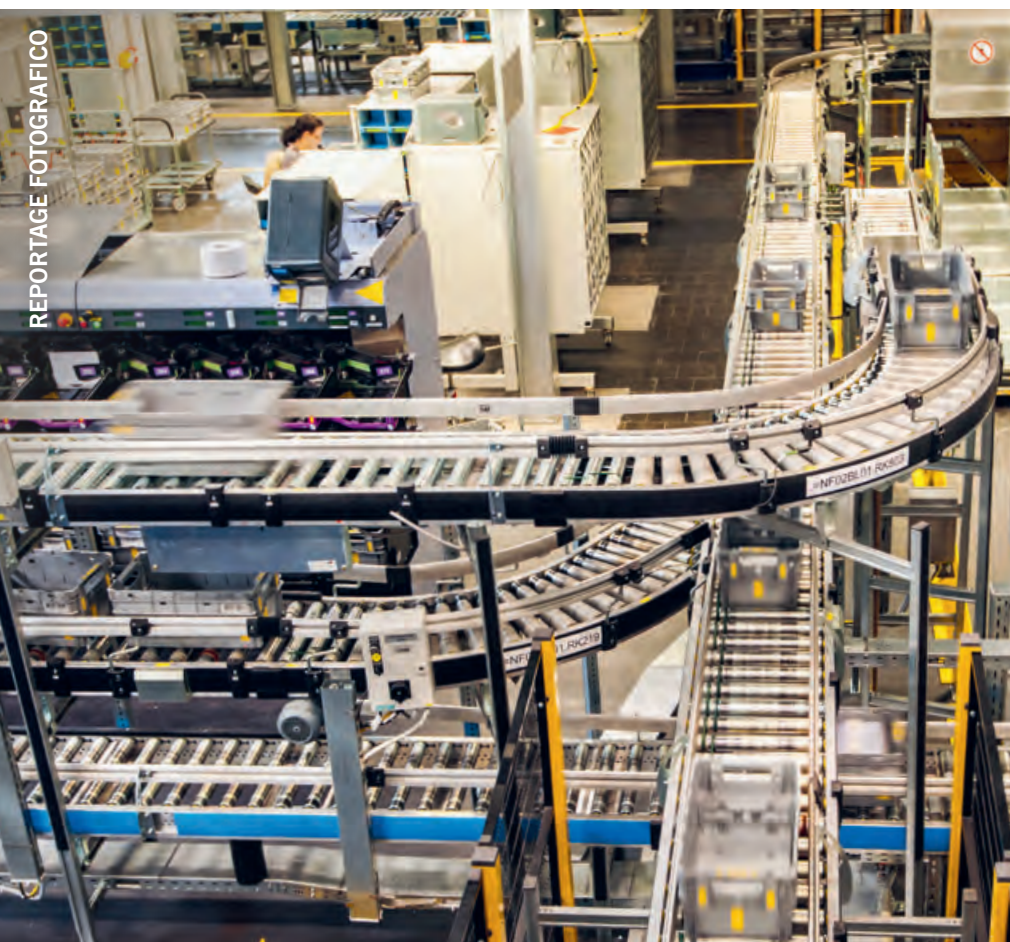
Prodotta localmente, consumata localmente. A Erlenmatt Ost, a Basilea, vive la più grande comunità di autoconsumo della Svizzera.



Fedele alleata. L'elettricità è parte integrante della nostra vita quotidiana. A casa, in viaggio o al lavoro.



Mobilità e trasporti. Il traffico è sempre più elettrificato.



Economia e commercio. Senza elettricità tutto si ferma.

Massima flessibilità. Dall'individuo all'economia fino allo Stato: tutte e tutti fanno affidamento sulla costante disponibilità di energia elettrica.





New Work. Le nuove forme di lavoro non sono realizzabili senza elettricità.

A portrait of Urs Buomberger, a middle-aged man with a receding hairline, wearing a dark blue patterned button-down shirt. He is sitting in a dark wooden chair at a table, with his hands resting on the table. A white cup is visible on the table to his left. The background is a warm, out-of-focus interior with a large circular window or opening. The text is overlaid on the lower half of the image.

«Un ventaglio
sfaccettato
di progetti
sostenibili.»

Urs Buomberger

Sviluppatore del progetto Fondazione Habitat Basilea

L'area Erlenmatt Ost a Basilea ospita uno dei raggruppamenti ai fini del consumo proprio più grandi della Svizzera. Oltre 500 persone consumano principalmente elettricità rinnovabile prodotta localmente. Il progetto premiato con il Watt d'Or è emblematico per la tendenza in tutta la Svizzera verso un sistema elettrico decentralizzato.

Signor Buumberger, la Fondazione Habitat ha realizzato l'area di Erlenmatt Ost nel 2010 come raggruppamento ai fini del consumo proprio, in breve RCP. Per lei da dove viene il potenziale dei RCP?

Erlenmatt Ost è la prima area di grandi dimensioni che abbiamo sviluppato ex novo in veste di fondazione per la costruzione di abitazioni e che abbiamo poi sviluppato con diversi promotori immobiliari. È stata un foglio bianco su cui esprimere le nostre idee: tra queste, alloggi a prezzi accessibili per persone in ogni situazione di vita, ma anche l'idea che vivere e lavorare nello stesso quartiere sia possibile. Quando abbiamo deciso di realizzare un RCP, abbiamo anche aperto nuove strade in termini di approvvigionamento energetico. Si prevede che il modello di RCP continui ad acquisire importanza. Negli ultimi anni, le consumatrici e i consumatori sono diventati sempre più sensibili alle questioni legate alla produzione di energia, in particolare a causa del

cambiamento climatico e della guerra in Ucraina. Le locatrici e i locatari desiderano sempre più sapere da dove proviene la loro energia.

Da dove provengono l'impulso e il know-how per questo RCP?

L'idea per l'implementazione del RCP con una propria centrale energetica nell'area di Erlenmatt Ost è nata da workshop interni che hanno coinvolto personale esperto esterno. Per un lungo periodo, si sono tenuti colloqui e discussioni su domande relative alla realizzazione di questioni energetiche, alla logistica di costruzione, alle scadenze, ecc. Ci siamo ripetutamente confrontati con una domanda apparentemente semplice, ma fondamentale: quali obiettivi vogliamo raggiungere con l'area e quali segnali vogliamo dare? Queste considerazioni hanno portato a un approccio non convenzionale. Sulla base del piano per il complesso risultante dal concorso di diritto pubblico, abbiamo avviato un concorso di sviluppo urbano di diritto privato. La nostra intenzione era quella di sviluppare un complesso su piccola scala. Per quanto riguarda l'approvvigionamento energetico, abbiamo deciso consapevolmente di optare per una soluzione ecologica e di opporci a un'ovvia soluzione standard con un fornitore di elettricità locale.

Quali obiettivi voleva raggiungere la Fondazione Habitat con Erlenmatt Ost in merito all'energia?

Le questioni energetiche sono state uno degli aspetti chiave nello sviluppo del sito. L'attenzione è stata rivolta anche alla natura su piccola scala del sito e ad altri aspetti ecologici. Su questa base, si è cercata la soluzione migliore, che è stata infine individuata nel RCP. Essendo una fondazione che si impegna principalmente per affitti a prezzi accessibili e per un quartiere urbano vivibile, non rientrava nelle nostre competenze gestire una centrale energetica propria. Abbiamo quindi cercato un partner adatto, che abbiamo trovato nella cooperativa energetica ADEV. È stato inoltre istituito un ciclo teletermico con l'acqua di falda con la vicina azienda Roche: per il riscaldamento dell'area di Erlenmatt Ost il calore

viene estratto dall'acqua di falda. L'acqua raffreddata viene poi ceduta a Roche, che se ne serve per raffreddare i suoi impianti.

Quali forme di raggruppamento ai fini del consumo proprio sono attualmente disponibili sull'area?

Tutti i tetti sono dotati di impianti fotovoltaici. È obbligatorio affinché la centrale energetica possa funzionare in modo ottimale. In estate, il sito copre spesso il proprio fabbisogno di corrente elettrica durante il giorno. Inoltre, sono state installate tre pompe di calore con un accumulatore di calore di 70 m³. Questa configurazione consente di generare calore quando è disponibile l'energia solare. Le eccedenze riempiono gli accumulatori tampone dell'acqua calda. Tutto l'eccesso viene immesso nella rete. Nel complesso, raggiungiamo un consumo proprio di oltre l'80 %.

Cosa succede, se non riuscite a produrre abbastanza energia per il proprio utilizzo?

Soprattutto in inverno, l'energia necessaria viene fornita dalla piccola centrale idroelettrica di Moosbrunnen tramite la cooperativa energetica ADEV. Così è garantito che tutta l'energia sia prodotta al 100 % e in modo ecologico in Svizzera.



L'intervistato
Urs Buomberger

Urs Buomberger è economista aziendale SUP e da oltre dieci anni sviluppatore di progetti presso la Fondazione Habitat. Il suo obiettivo era ed è lo sviluppo dell'area Erlenmatt Ost a Basilea. Nel 2019 il progetto ha ricevuto il Watt d'Or nella categoria «Edifici e spazio» dall'Ufficio federale dell'energia. Inoltre Buomberger è presidente onorario di una nota organizzazione per disabili a Basilea.



Il più grande raggruppamento ai fini del consumo proprio della Svizzera

Dal 2021, l'area Erlenmatt Ost nel centro di Basilea ospita il più grande raggruppamento ai fini del consumo proprio di energia solare della Svizzera. All'incirca 500 residenti e 25 imprese commerciali si riforniscono di calore ed elettricità, in gran parte prodotti localmente da fonti rinnovabili. Tali raggruppamenti ai fini del consumo proprio, noti anche come RCP, sono di tendenza in tutta la Svizzera.

A che punto l'autosufficienza energetica, ossia l'approvvigionamento energetico indipendente era l'obiettivo da raggiungere?

All'inizio del progetto abbiamo formulato l'obiettivo di raggiungere un approvvigionamento energetico completamente autosufficiente. Ne è la prova lo speciale locale batterie per lo stoccaggio di energia elettrica, che abbiamo avviato fin dall'inizio. Tuttavia, in collaborazione con specialiste e specialisti esterni, abbiamo constatato che la realizzazione di un tale progetto non era né ecologico, né economico per un'area di queste dimensioni. Erlenmatt Ost non vuole essere un quartiere nel quartiere, ma parte della città e ora è anche parte di un approvvigionamento energetico olistico, con una centrale energetica propria.

Il consumo viene calcolato per ogni economia domestica, e se si può essere anche regolato?

Il nostro concetto di sostenibilità vincolante per tutti gli edifici, stabilisce che devono essere utilizzati elettrodomestici e illuminazioni efficienti. Il consumo energetico effettivo viene misurato e fatturato dalla cooperativa energetica ADEV. Fondamentalmente, un regolamento apposito definisce e prestabilisce l'approvvigionamento elettrico dell'area. Questo non vale solo per le nostre locatarie e i nostri locatari,

«Erlenmatt Ost è l'opposto di una monocultura, che viene creata su misura solo per l'efficienza economica»

ma è anche parte integrante dei contratti di diritto di superficie degli edifici e regola le condizioni di fornitura di elettricità da parte di ADEV alle e agli utenti di elettricità. Se i costi della corrente elettrica sono inferiori del 5% alla tariffa per le economie domestiche, la differenza viene utilizzata per costituire un fondo per investimenti sostenibili.

Qual è lo stato dell'accoppiamento settoriale a Erlenmatt Ost?

ADEV ci ha suggerito la ricarica bidirezionale dei veicoli e abbiamo trovato il concetto affascinante e adatto a Erlenmatt Ost. Abbiamo sostenuto attivamente l'idea. Anche in questo caso, in quanto fondazione per la costruzione di abitazioni, era chiaro che non saremmo stati noi a gestire i veicoli, in quanto richiede infrastrutture e tecnologie speciali e tipi di auto speciali. Il progetto pilota è stato monitorato scientificamente e ha permesso di trarre conclusioni importanti per quanto riguarda la scalabilità. Ne siamo fieri che Erlenmatt Ost sia stata la prima area in Svizzera ad aver realizzato la ricarica bidirezionale. È un esempio per i numerosi progetti innovativi presenti in loco.

Che significato ha avuto la vincita del Watt d'Or?

Probabilmente il Watt d'Or è il più rinomato premio nazionale per la sostenibilità in Svizzera. Siamo lieti di aver vinto questo premio nella categoria «Edifici e spazio». La giuria era affascinata non solo dalla soluzione tecnica del progetto, ma anche dalla sostenibilità praticata attivamente a Erlenmatt Ost. Le galline che covano le uova nell'asilo dell'area, ne

sono un simpatico esempio. Come già menzionato, Erlenmatt Ost si presenta come un ventaglio sfaccettato di diversi progetti sostenibili.

La Fondazione Habitat ha dedotto delle linee guida generali di sostenibilità per altri suoi progetti edilizi in base allo sviluppo di Erlenmatt Ost?

Attualmente la Fondazione Habitat non ha delle linee guida generali sulla sostenibilità. Tuttavia, per ogni progetto esaminiamo attentamente quali misure sono possibili e sensate in termini di sostenibilità. Un progetto di costruzione in corso a Lysbüchel Süd, ad esempio, si concentra sul tema del riutilizzo. Le cucine esistenti e diversi materiali edili vengono riutilizzati. In un altro progetto, abbiamo creato spazi abitativi a prezzi accessibili per le famiglie numerose. E naturalmente, l'attenzione è sempre anche rivolta verso le questioni relative all'approvvigionamento energetico ecologico.

Quali insegnamenti avete tratto dal progetto Erlenmatt Ost?

È ovvio che impariamo continuamente dai progetti completati per incorporare queste conoscenze nei progetti futuri. Per ogni progetto esaminiamo attentamente le misure possibili e sensate in termini di sostenibilità. Un altro RCP è stato realizzato nell'area di Lysbüchel Süd, creato dopo lo sviluppo di Erlenmatt Ost. In confronto a Erlenmatt Ost, abbiamo semplificato i contratti, cioè abbiamo reso partner contrattuali diretti di ADEV le locatarie e i locatari degli edifici.

Il mondo sotto tensione



Oggi, quasi nulla funziona senza elettricità. Praticamente ovunque si guardi, l'energia elettrica si manifesta in una delle sue molteplici forme. Ma cosa fa fluire la corrente elettrica e quali requisiti tecnici sono necessari per trasportarla in modo efficiente ai consumatori?

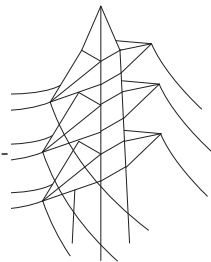
Senza tensione non si muove nulla

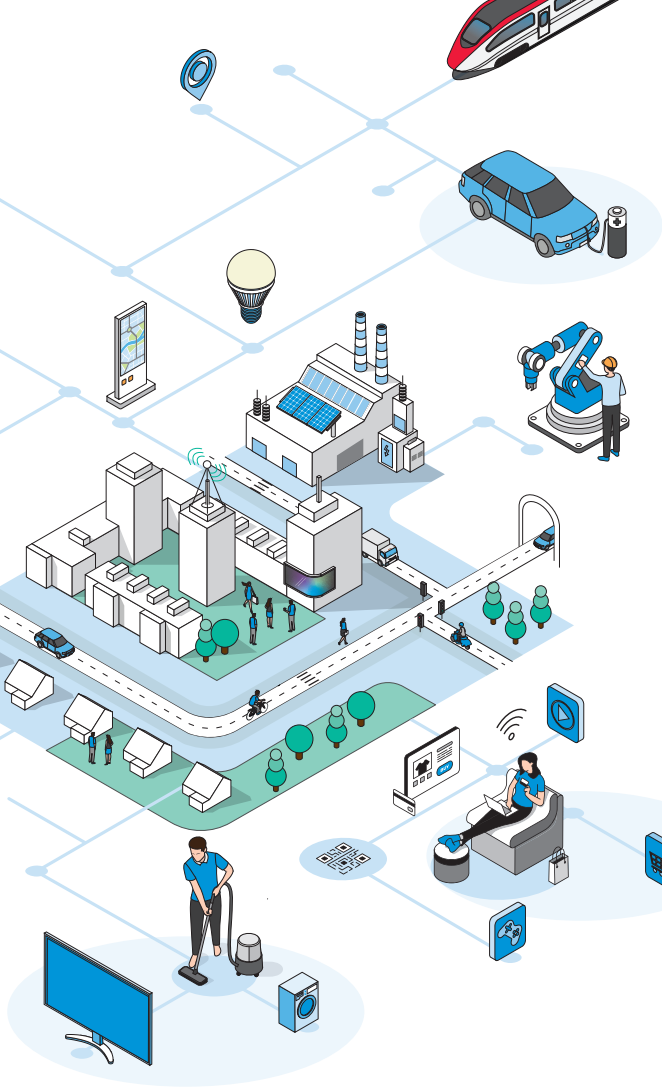
Per fluire, la corrente ha bisogno di tensione. Dalla rete di trasmissione all'elettrodomestico, la tensione mette in moto gli elettroni e consente all'elettricità di viaggiare anche su lunghe distanze.

Il funzionamento della corrente elettrica si basa sulla proprietà degli elettroni – le particelle a carica negativa di un atomo – di tendere sempre verso uno stato neutro. Se si eliminano gli elettroni da un atomo, ad esempio attraverso una reazione chimica, rimane una particella con carica positiva, il catione. Ma né l'elettrone né il catione accettano facilmente questa separazione. Le particelle cercano costantemente di tornare allo stato originario ed equilibrato. È la tensione tra queste particelle caricate negativamente e positivamente, i poli positivi e negativi che provocano il movimento degli elettroni e quindi il flusso della corrente.

Buono a sapersi

Più grande è la sezione di un conduttore, più bassa è la resistenza e quindi la perdita durante la trasmissione di corrente. Se il diametro di un conduttore si riduce, la tensione deve essere aumentata per poter trasportare la stessa quantità di elettricità senza grandi perdite. Per questo motivo, le linee ad altissima tensione funzionano a 220 000 o 380 000 volt.





Corrente continua e alternata a confronto

A seconda della direzione del movimento degli elettroni, la corrente elettrica può assumere la forma di corrente continua o alternata. Se gli elettroni si spostano uniformemente in una direzione, si parla di corrente continua. I dispositivi a batteria, come le torce tascabili, si basano su questo principio. Se la direzione del movimento cambia periodicamente, si tratta di corrente alternata. La frequenza con cui lo fa viene indicata in hertz. Nella rete elettrica europea, per esempio, è di 50 hertz, cioè la direzione del flusso cambia 100 volte al secondo, 50 volte per ogni direzione.

I molteplici effetti dell'elettricità

Le principali unità di misura elettriche

La **tensione** si misura in **volt (V)** ed è una «forza» che fa fluire l'elettricità. Qui vale la seguente regola: maggiore è la differenza tra il polo positivo e quello negativo, maggiore è la tensione.

L'**intensità di corrente** si misura in **ampere (A)** e indica quante particelle si muovono contemporaneamente attraverso un conduttore. Qui vale la regola: più elettroni scorrono in un secondo, maggiore è l'intensità della corrente.

La **resistenza elettrica** si misura in **ohm (Ω)**. La resistenza ohmica determina quanta tensione occorre per spostare una certa quantità di corrente elettrica attraverso un conduttore.

La **potenza** della corrente elettrica si misura in **watt (W)**. Questo valore si ottiene moltiplicando la corrente per la tensione. Qui vale la regola: più alte sono la tensione e l'intensità di corrente, maggiore sarà la potenza.



Effetto termico

Quando la corrente scorre attraverso un elemento conduttore, come un filo metallico, quest'ultimo si riscalda. I bollitori, i ferri da stiro o anche i fornelli elettrici si basano su questo effetto termico dell'elettricità.



Effetto luminoso

Alcuni conduttori sono riscaldati dall'elettricità a tal punto che cominciano a illuminarsi. Le lampade a incandescenza o le lampade alogene sfruttano questo effetto luminoso dell'elettricità.



Effetto magnetico

L'effetto magnetico si basa sul principio della creazione di un campo elettromagnetico intorno a un conduttore che viene attraversato dalla corrente. Ne sono un esempio i motori elettrici o gli elettromagneti.

Cosa succede al prezzo dell'energia elettrica?

Il prezzo dell'energia elettrica è aumentato in modo significativo negli ultimi anni e continuerà ad aumentare nel 2024. Le ragioni principali sono la continua volatilità dei mercati dell'elettricità e i costi della riserva di energia elettrica.

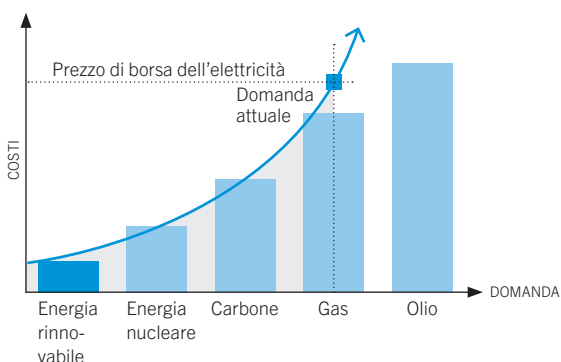
Secondo la Commissione federale dell'energia elettrica, nel 2024 il prezzo dell'energia elettrica aumenterà nuovamente per molte consumatrici e molti consumatori finali. Ciò è dovuto in gran parte ai prezzi ancora elevati delle piazze energetiche dello scorso anno, che dipendono dalla situazione economica e geopolitica internazionale. Anche i costi della riserva di energia elettrica, che saranno addebitati alle consumatrici e ai consumatori finali per la prima volta nel 2024, comporteranno un aumento del prezzo dell'energia elettrica.

sg Per saperne di più: [swissgrid.ch/prezzo-dell-elettricit](https://www.swissgrid.ch/prezzo-dell-elettricit)

I mercati dell'elettricità in breve

L'elettricità viene scambiata in varie borse del mercato europeo dell'elettricità o fuori borsa (over the counter). Poiché il prezzo dell'energia elettrica è strettamente legato ai prezzi di altre fonti energetiche, per comprendere le variazioni dei prezzi è necessario considerare l'intero mercato energetico. Fondamentalmente, le centrali elettriche vengono impiegate in base all'ordine dei loro costi variabili. Questo cosiddetto «merit order» inizia dalla centrale elettrica più economica e prosegue fino a quando la domanda non è soddisfatta. La centrale elettrica più costosa impiegata determina quindi il prezzo. Attualmente si tratta di centrali a gas, il che dimostra lo stretto legame tra il prezzo dell'elettricità e quello del gas naturale.

Graduatoria dei costi per fonte di produzione



Come nasce il prezzo dell'energia elettrica?

In linea di massima, il prezzo dell'energia elettrica per la popolazione svizzera è costituito da tre componenti: tariffa di energia, tariffario per l'utilizzazione della rete e oneri a carico della collettività, compreso il sovrapprezzo della rete per la promozione delle energie rinnovabili. A causa della situazione tesa del mercato dell'elettricità, in alcuni casi la tariffa di energia è aumentata notevolmente. L'entità dell'aumento dipende dalla possibilità di un'azienda di approvvigionamento elettrico di soddisfare la maggior parte della domanda attraverso la propria produzione. I fornitori con una produzione interna scarsa o inesistente a volte pagano prezzi di mercato elevati e la clientela finale ne risente da tempo. I fornitori con un elevato livello di produzione propria, invece, possono semplicemente applicare il prezzo di costo delle centrali elettriche proprie e quindi registrare aumenti di prezzo inesistenti o solo moderati.



Nuova componente di prezzo nel 2024

Nel 2024, il prezzo dell'energia elettrica includerà per la prima volta la nuova tariffa «Riserva di energia elettrica». Essa copre i costi delle misure adottate dal governo federale per aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento in inverno. Queste misure includono la riserva idroelettrica e le centrali elettriche di riserva. Questi costi devono essere fatturati tramite Swissgrid in conformità all'Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico.

Le tariffe di Swissgrid

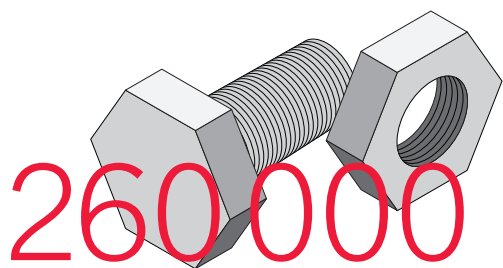
Swissgrid applica varie tariffe per coprire i propri costi: tariffe per l'utilizzazione della rete, tariffe per le prestazioni di servizio generali relative al sistema, tariffe per le prestazioni di servizio individuali relative al sistema e ora anche la tariffa per la riserva di energia elettrica. La struttura delle tariffe è definita con precisione dalla Legge sull'approvvigionamento elettrico. L'importo delle tariffe, a sua volta, viene comunicato entro fine marzo di ogni anno sulla base di ipotesi sui costi e sui ricavi previsti per l'anno successivo. A tale scopo, Swissgrid si basa tra l'altro sulle previsioni dell'andamento dei prezzi

sui mercati dell'elettricità internazionali. Swissgrid è tenuta a compensare gli scostamenti dalle ipotesi nelle tariffe successive.

I costi relativi alla rete di trasmissione di Swissgrid per il 2024 ammontano al 7% circa del prezzo dell'energia elettrica complessivo che il consumatore finale deve pagare. Un'economia domestica svizzera con un consumo annuo di 4500 kWh paga circa 92 franchi per i costi della rete di trasmissione gestita da Swissgrid, mentre i costi per la nuova componente di riserva di energia elettrica ammontano a circa 54 franchi.

I percorsi sono lunghi

La maggior parte dell'elettricità non si usa dove viene prodotta. Per assicurare che l'energia elettrica raggiunga i consumatori e le consumatrici è necessaria una rete elettrica. Al primo posto, dietro la produzione c'è la rete di trasmissione. Con l'altissima tensione, questa rete trasporta l'elettricità su lunghe distanze fino al livello di rete successivo o fuori dalla Svizzera. Affinché questo funzioni senza problemi, c'è bisogno di know-how, di infrastrutture e della cooperazione con l'Europa.



260 000 viti sono state installate sui tralicci dalle nostre elettriciste e dai nostri elettricisti di rete per l'ampliamento della linea Pradella – La Punt, lunga 50 chilometri.

Di 1000 volte

bisogna ridurre la tensione con cui l'elettricità viene trasportata nella rete di trasmissione. Solo allora si può utilizzare l'elettricità a 220 volt in casa.

Da Aarau a New York

potrebbero essere tese le linee di trasmissione lunghe **6700 chilometri**. Le due città distano 6286 chilometri in linea d'aria.



o anche di più possono passare **dall'avvio di un progetto infrastrutturale fino alla messa in servizio**. I motivi sono le lunghe procedure di approvazione, i ricorsi e le sentenze dei tribunali.



collaboratrici e collaboratori provenienti da 39 nazioni lavorano da Swissgrid con l'obiettivo di trovare le migliori soluzioni per la rete di trasmissione.



0,0018 km/h gli elettroni scorrono attraverso una linea con una tensione di 230 V.



Cultura aziendale. Gli Innovation Days per il personale forniscono un importante impulso alla trasformazione digitale globale di Swissgrid.

L'elettricità necessita trasformazione. Il sistema energetico sta cambiando radicalmente. Swissgrid punta sulla competenza delle sue collaboratrici e dei suoi collaboratori, sulla digitalizzazione e sulle nuove tecnologie per garantire che la rete di trasmissione sia sempre disponibile anche in futuro.





Approvvigionamento sicuro. La rete di trasmissione viene costantemente ammodernata per garantire un esercizio sicuro e affidabile.



Tutto sotto controllo. Le persone svolgono un ruolo centrale nella gestione della rete con il supporto della tecnologia.



Linfa vitale ad altissima tensione.

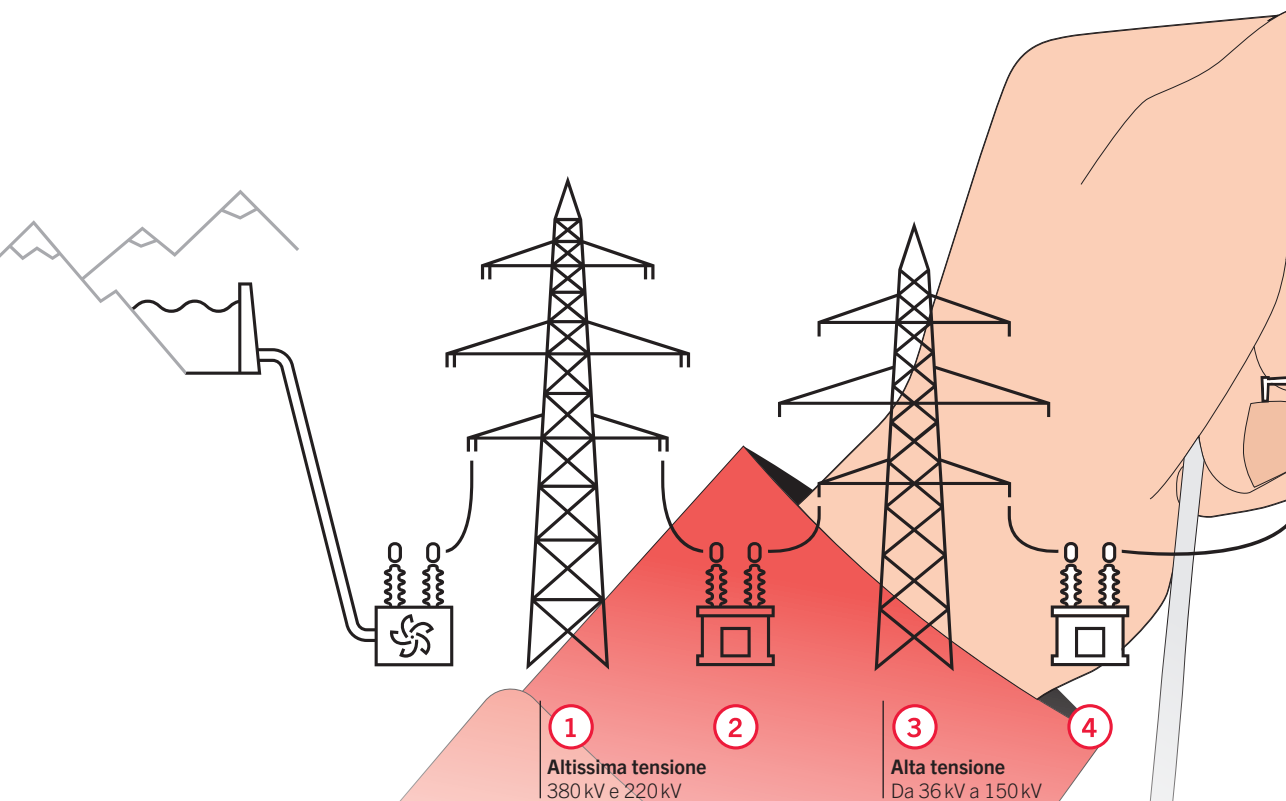
I tralicci, le linee elettriche e le sottostazioni sono gli elementi visibili della rete di trasmissione. Dietro le quinte, però, oltre 800 collaboratrici e collaboratori ne assicurano un esercizio affidabile.



Focus sul dialogo. La popolazione della regione viene sempre informata meticolosamente durante il processo di costruzione della linea.

Sette passi verso l'obiettivo

Attraverso le centrali elettriche e le importazioni dall'estero, la corrente giunge nella rete di trasmissione ad altissima tensione. Per poterla utilizzare in casa, la tensione deve essere ridotta molte volte su diversi livelli di rete.



Produzione//importazione

Attraverso le centrali elettriche e le importazioni dall'estero, la corrente giunge nella rete di trasmissione ad altissima tensione (380 000 volt = 380 kV o 220 000 volt = 220 kV).

La rete elettrica

Nella rete elettrica si distinguono sette livelli; quattro livelli di rete (altissima tensione, alta tensione, media tensione e bassa tensione) sono usati per la distribuzione, mentre la tensione viene modificata mediante trasformatori su altri tre livelli di rete.

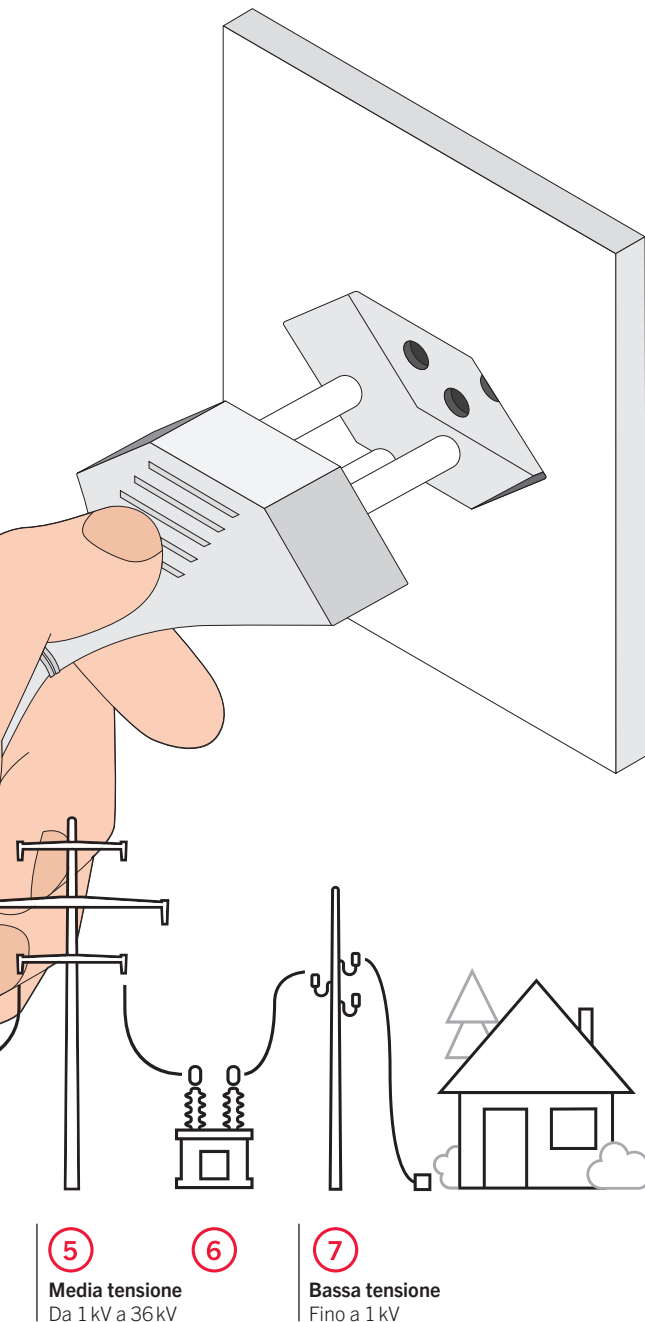
La strada è lunga

In Svizzera, la rete elettrica è lunga più di 250 000 chilometri – messe insieme, le sue linee potrebbero avvolgere la terra circa sei volte. La rete è organizzata su 7 livelli che assicurano che la corrente arrivi dalle centrali elettriche ai consumatori. I livelli ①, ③, ⑤ e ⑦ sono utilizzati per il trasporto di energia elettrica. Sui livelli ②, ④ e ⑥ la corrente viene trasformata a un livello di tensione inferiore. Il modello è semplice: distribuzione, trasformazione, distribuzione, ecc.

Subito dopo la produzione nelle grandi centrali, l'elettricità viene immessa nel primo livello, la rete ad altissima tensione. Quest'ultima è progettata per trasportare grandi quantità di energia su lunghe distanze. Oltre al trasporto sul territorio nazionale, permette anche l'esportazione e l'importazione di energia. Allo stesso tempo, la rete di trasmissione gioca un ruolo importante nel trasporto transfrontaliero di corrente in Europa.

I successivi livelli di rete da 2 a 7 provvedono alla distribuzione a livello nazionale, regionale e locale dell'elettricità fino alla presa di corrente, come pure alla necessaria trasformazione. Così, finché l'elettricità non ha trovato la sua strada verso i consumatori, vari gestori di rete lavorano fianco a fianco a tutti i livelli.

Oltre alla distribuzione e alla trasformazione dell'energia elettrica, la rete elettrica gioca un altro ruolo importante in vista della transizione energetica. Infatti rappresenta il collegamento a sistemi di accumulo di energia di vario tipo. Questi ultimi assicurano che le oscillazioni nella produzione di energia vengano assorbite dalle energie rinnovabili.



⑤

Media tensione
Da 1 kV a 36 kV

⑥

⑦

Bassa tensione
Fino a 1 kV

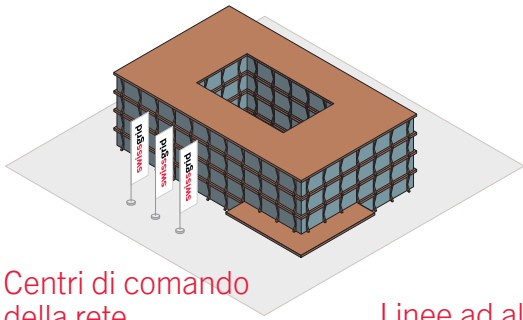
Consumo

Prima che l'energia elettrica giunga alla presa di corrente domestica, è necessario ridurre di 1000 volte la tensione (da 380 000 volt a 220 000 volt a 400 o 230 volt).

sg Per saperne di più: [swissgrid.ch/livellidirete](https://www.swissgrid.ch/livellidirete)

Ecco l'hardware che serve alla rete

Per funzionare correttamente, una rete di trasmissione ha bisogno di un'infrastruttura sofisticata e perfettamente coordinata, composta da diversi componenti centrali.



Centri di comando della rete

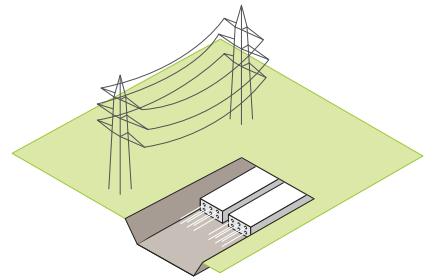
📍 Centri di comando Aarau e Prilly

Nel cuore della rete svizzera di trasmissione ci sono i due centri di comando della rete di Swissgrid ad Aarau e Prilly. Da lì, le collaboratrici e i collaboratori controllano la rete 24 ore su 24 e assicurano che l'equilibrio tra produzione e consumo sia mantenuto in ogni momento e che l'elettricità venga trasportata in modo sicuro.

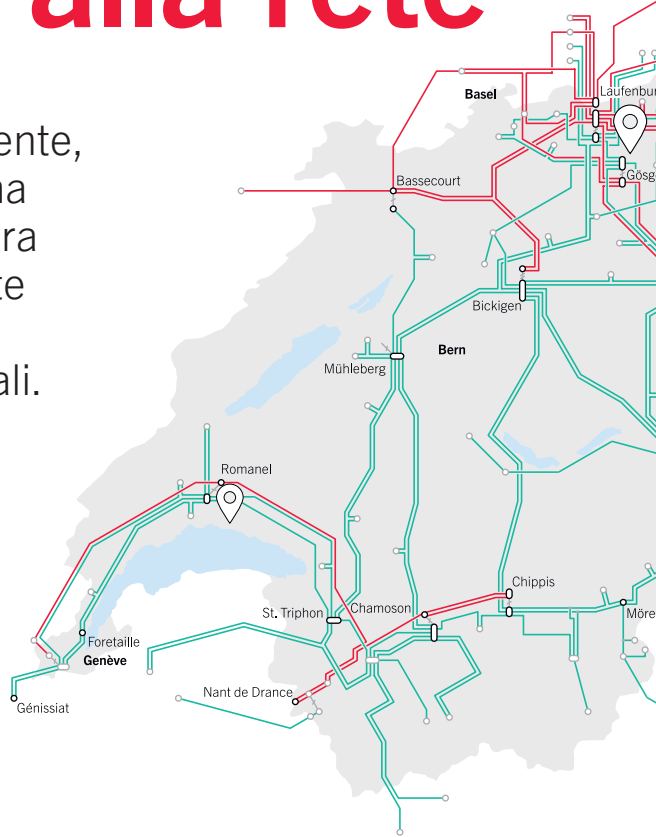
Linee ad altissima tensione

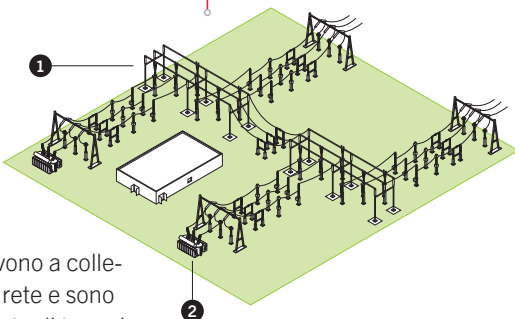
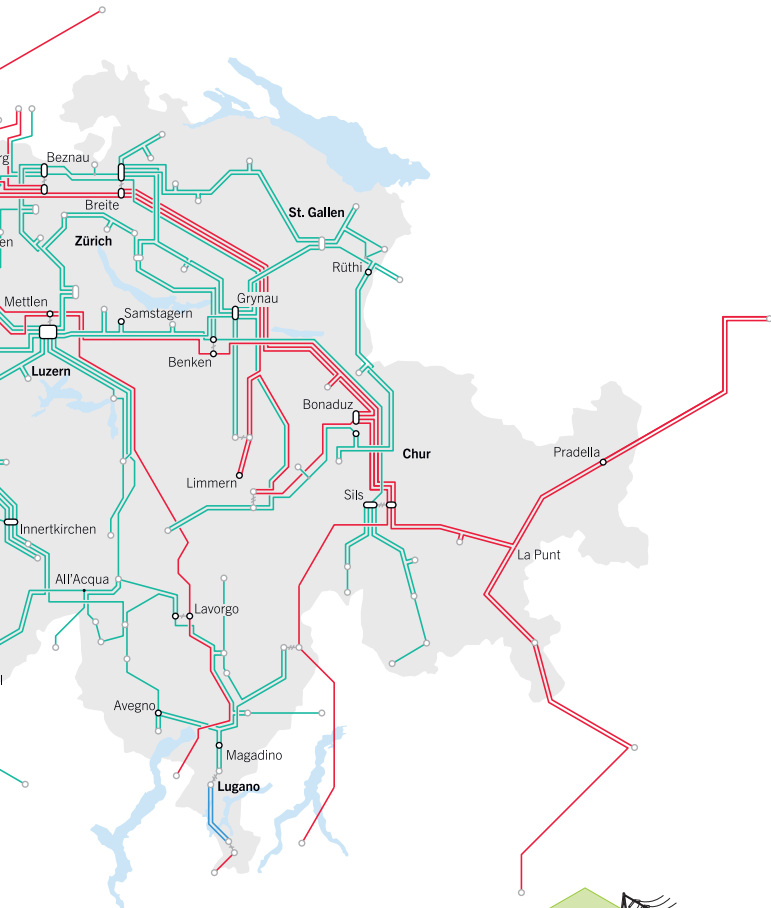
- Linee da 220 kV
- Linee da 380 kV
- Linee da 150 kV

La rete di trasmissione consiste in linee da 380 e 220 chilovolt con una lunghezza totale di 6700 chilometri. La rete svizzera comprende anche 12000 piloni d'elettrodotti ed è collegata alla rete elettrica europea interconnessa da 41 linee. Le linee da 380 kV sono utilizzate per importare ed esportare elettricità,



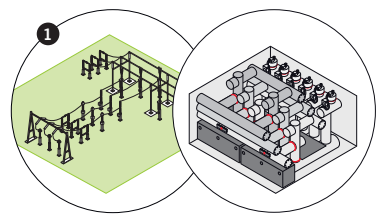
mentre le grandi centrali elettriche svizzere immettono la loro energia nella rete da 220 kV. A livello di altissima tensione, l'elettricità viene in gran parte trasportata tramite linee aeree. Swissgrid prende in considerazione l'uso di cavi sotterranei per ogni progetto di costruzione della rete.





Sottostazioni

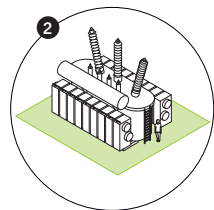
Le sottostazioni servono a collegare diversi livelli di rete e sono i punti nodali della rete di trasmissione. Le 125 sottostazioni di Swissgrid contengono impianti di smistamento, alcuni trasformatori e sistemi di protezione e strumenti di comando.



Impianti di smistamento

○ Impianti di smistamento

I 147 impianti di smistamento di Swissgrid servono a collegare le linee tra loro. Attraverso le manovre di collegamento, le collaboratrici e i collaboratori del centro di comando della rete scollegano o collegano le linee, influenzando così i flussi di energia. In questo modo si possono prevenire i sovraccarichi e disattivare le linee per i lavori di revisione. Oltre alle grandi sottostazioni all'aperto, vi sono anche impianti di smistamento isolati a gas che occupano solo una minima parte della superficie.



Trasformatori

○ Trasformatori

I 25 trasformatori di Swissgrid collegano la rete da 380 kV a quella da 220 kV. Grazie ad essi, è possibile ridurre o aumentare la tensione nella rete.

Tutto passa da qui



I centri di comando della rete ad Aarau e Prilly formano il cuore della rete svizzera di trasmissione. Qui, le collaboratrici e i collaboratori sono in servizio 24 ore su 24 per garantire la stabilità e la disponibilità della rete.

Nei centri di comando della rete di Swissgrid viene gestita la rete di trasmissione. Il loro compito, in parole povere, è il seguente: assicurare che l'elettricità possa essere trasportata e distribuita in tutte le parti del Paese e oltre i confini nazionali. Per garantire tutto questo, un complesso insieme di ingranaggi lavora in sintonia perfetta.

Tutto si svolge secondo la tabella di marcia

La pianificazione anticipata è il prerequisito più importante per una buona gestione della rete. Gli specialisti del centro di comando della rete preparano le prime previsioni con più di un anno di anticipo. Per simulare il carico previsto sulla rete di trasmissione, utilizzano un modello di rete. Ad esempio, si tiene conto delle riparazioni delle centrali elettriche o delle revisioni delle linee. La pianificazione della gestione della rete viene affinata continuamente. Un mese, una settimana e due giorni prima dell'esercizio in tempo reale, la situazione della rete prevista viene ricalcolata. Un giorno prima, nel calcolo confluiscono i programmi previsionali delle centrali elettriche e dei rivenditori di energia elettrica. Questi dati includono tutte le forniture di energia elettrica

Uno sguardo alla **stazione di comando** della rete rende evidente che il funzionamento della rete di trasmissione è altamente tecnicizzato.

nazionali e transfrontaliere. La gestione dei programmi previsionali assicura anche l'equilibrio tra produzione e consumo. Si tratta di un presupposto fondamentale per l'esercizio sicuro e stabile della rete elettrica ad una frequenza costante di 50 hertz.

Quando si arriva al dunque

Quando si gestisce la rete in tempo reale, il compito principale degli specialisti è quello di garantire che la frequenza di 50 hertz sia sempre mantenuta. Se si verificano oscillazioni impreviste, impiegano l'energia di regolazione. Quest'ultima rappresenta una riserva da cui l'elettricità può essere immessa nella rete o prelevata, a seconda della situazione.

Swissgrid provvede alla pianificazione e alla sorveglianza della rete insieme ai gestori di rete all'estero.

Il personale esperto protegge anche la rete dai sovraccarichi. Le linee e i trasformatori possono trasportare solo una quantità limitata di energia. Eventi imprevisti come un guasto alla linea che limita la capacità di trasporto della rete possono portare a sovraccarichi. Per evitarli, Swissgrid applica la regola n-1. Ciò significa che in caso di guasto di un elemento di rete, tutti gli altri elementi della rete di trasmissione devono avere una capacità sufficiente per trasmettere l'energia supplementare.

Il sistema di comando della rete calcola ogni 5 minuti che la regola n-1 sia osservata. Se un valore limite rischia di essere superato, causando un sovraccarico delle linee o dei trasformatori, le operatrici e gli operatori della stazione di comando della rete intervengono.

Ora è tempo per l'intervento umano

Se una linea rischia il sovraccarico, le collaboratrici e i collaboratori influenzano i flussi di carico nella rete di trasmissione mediante le cosiddette manovre di collegamento. A questo scopo, le linee vengono collegate e scollegate negli impianti di smistamento o si regola il flusso di energia elettrica attraverso i trasformatori. Queste manovre di collegamento avvengono anche quando si devono eseguire degli

interventi programmati su una linea o un trasformatore. Le collaboratrici e i collaboratori dei centri di comando della rete hanno anche la possibilità di effettuare un redispatch in caso di sovraccarico imminente. A tale scopo, determinate centrali elettriche vengono incaricate di ridurre la propria produzione e altre di aumentare l'immissione. Complessivamente, nella rete si immette ancora la stessa quantità di energia, che però viene ridistribuita a livello geografico. In tal modo si riduce il carico della linea a rischio.

In collegamento con l'Europa

La Svizzera è strettamente collegata alla rete interconnessa europea con 41 linee transfrontaliere. La gestione sicura della rete in Svizzera e in Europa

Cosa fare in caso di emergenza?

Quando si parla di problemi di approvvigionamento elettrico, di solito si parla di collasso della rete. Tuttavia, anche le carenze di energia elettrica possono avere gravi conseguenze.

Di solito, il collasso della rete è il risultato di una cascata o di un collasso di frequenza. Se, ad esempio, un evento naturale provoca il guasto di una sottostazione o di una linea ad altissima tensione, ciò può comportare il sovraccarico di altri elementi. Questo può innescare una reazione a catena chiamata cascata. Con le manovre di collegamento, i gestori di rete cercano di isolare la rete interessata dal guasto e di arrestare la cascata.

In caso di contingenza di una centrale elettrica molto grande, c'è il rischio di un collasso della frequenza. In questo caso, si verificano forti scostamenti dalla frequenza standard della rete elettrica (50 Hertz). Nel peggiore dei casi, si rischia il collasso completo della rete, ed è per questo che i gestori di rete cercano di stabilizzare la frequenza in una fase iniziale utilizzando l'energia

di regolazione. Per evitare i collassi della rete, Swissgrid punta sulla prevenzione. Essa include, ad esempio, la sorveglianza e l'analisi permanente della rete elettrica, un concetto di gestione delle crisi e piani di emergenza.

Penuria di elettricità

Quindi, in caso di collasso della rete, l'elettricità è sufficiente, ma il trasporto è interrotto. Questo non è il caso in una situazione di carenza di elettricità, in cui la domanda di energia elettrica non può più essere soddisfatta. In estate il rischio è basso, perché la Svizzera è in grado di coprire il proprio fabbisogno. In inverno, tuttavia, il rischio aumenta; durante la stagione fredda la Svizzera dipende solitamente dalle importazioni.

Se effettivamente si verifica una carenza di energia elettrica, il Governo federale ordina una serie di misure per garan-

tire l'equilibrio tra produzione e consumo a un livello ridotto.

Ampliamento della rete e dei collegamenti

Per garantire l'approvvigionamento elettrico durante tutto l'anno sono necessarie diverse misure, tra cui procedure di approvazione più rapide per l'espansione e la costruzione dell'infrastruttura di rete, nonché incentivi per garantire l'aumento della generazione di energia elettrica nazionale. Un accordo sul transito di energia elettrica con l'UE è altrettanto necessario. Il collegamento con l'Europa è un fattore importante per la sicurezza dell'approvvigionamento elettrico della Svizzera.



è quindi un compito che Swissgrid può svolgere solo insieme ai gestori di rete esteri.

Ad esempio, la quantità di capacità di trasporto della rete che può essere resa disponibile sulle linee transfrontaliere per lo scambio internazionale di energia viene pianificata in anticipo. Questo accordo è importante per evitare sovraccarichi nella rete. Nell'esercizio in tempo reale, Swissgrid monitora la frequenza della rete europea ad altissima tensione in qualità di Coordination Center South insieme al gestore di rete di trasmissione tedesco Amprion, che rappresenta invece il Coordination Center North.

Buono a sapersi



Cosa regola l'orologio del forno

Molti orologi degli apparecchi elettrici non hanno un proprio temporizzatore. Rilevano il passaggio di un secondo dall'impulso dalla frequenza standard della rete elettrica. Se questa rimane al di sotto dei 50 hertz specificati per un lungo periodo di tempo, per esempio, gli orologi degli apparecchi elettrici vanno indietro.



Molti processi di gestione della rete sono automatizzati. Tuttavia, il personale di Swissgrid interviene nei momenti cruciali.

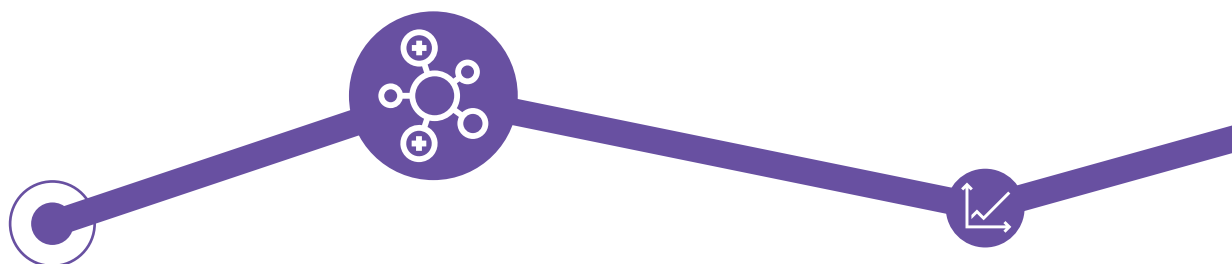
Il fulcro della rete di trasmissione

Guardate questi video per vedere come viene pianificato l'esercizio della rete di trasmissione a lungo termine e quali sono i compiti delle operatrici e degli operatori nella gestione in tempo reale.



Sviluppo della rete orientato al futuro

Una rete di trasmissione funzionante e moderna è essenziale per la Strategia energetica della Confederazione. Swissgrid è responsabile della pianificazione, della sostituzione, dell'ampliamento, della manutenzione e della riparazione dell'intera infrastruttura di questa rete.



Esigenze

Energie rinnovabili, sicurezza dell'approvvigionamento, progresso tecnologico, crescita demografica, efficienza energetica: i requisiti della rete elettrica svizzera sono in continua evoluzione. Per garantire il perfetto funzionamento della rete di trasmissione, gli interventi necessari vengono pianificati in anticipo.

Swissgrid lavora con un piano pluriennale per lo sviluppo a lungo termine della rete di trasmissione. Questo schema, noto come Rete strategica, definisce quali misure di costruzione saranno necessarie nei prossimi anni. La «Rete strategica

2025», ad esempio, comprende dieci progetti, che includono strutture nuove o sostitutive per aumentare la tensione per la trasmissione di energia su alcune linee.

La «Rete strategica 2040» è già in fase di definizione oggi. Questa pianificazione periodica garantisce che la rete di trasmissione sia in grado di fornire le capacità necessarie oggi e in futuro e di far fronte ai cambiamenti del sistema energetico.



Varianti. Nella fase preliminare, Swissgrid esamina i corridoi spaziali lungo i quali potrebbero passare i cavi interrati o le linee aeree.

- Linea da 145 kV di oggi
- Linee ad altissima tensione
- Area di pianificazione
- Corridoio «Linea aerea»
- Corridoio «Cavo interrato»
- Sezione in cavo interrato per i corridoi «cavo sotterraneo» e «combinazione»
- Sottostazioni

Pianificazione

Quando pianifica le misure di costruzione, Swissgrid pensa in termini di anni e decenni. Dopotutto, le infrastrutture e la tecnologia utilizzata devono durare per generazioni.

Le procedure per i progetti di costruzione della rete di trasmissione sono prescritte dalla

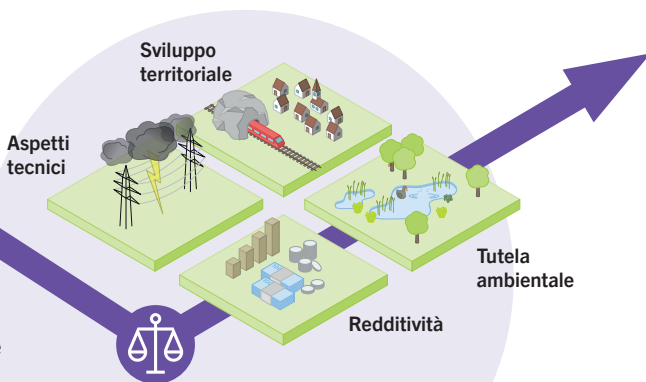
legge. La procedura federale di autorizzazione e di approvazione comprende sei fasi obbligatorie. In questo modo si garantisce passo dopo passo che tutte le domande importanti vengano chiarite. Le attente considerazioni, ma anche le obiezioni, sono il motivo per cui passano dai 15 ai 30 anni dalla progettazione alla costruzione.



Basi decisionali

In ogni progetto, Swissgrid esamina diverse opzioni di cavi interrati e linee aeree per l'area di pianificazione in cui viene successivamente pianificata una linea. Swissgrid presenta le proposte con una domanda d'inclusione nel «Piano settoriale Elettrodotti» (richiesta PSE) presso l'Ufficio federale dell'energia. Inizia quindi la procedura del cosiddetto piano settoriale.

Le proposte per le aree di pianificazione sono discusse da un gruppo di accompagnamento istituito dall'Ufficio federale dell'energia (UFE) con rappresentanti della Confederazione, dei Cantoni, delle organizzazioni di tutela ambientale e di Swissgrid. Il gruppo di accompagnamento formula raccomandazioni al Consiglio federale per la decisione sull'area di pianificazione, sul corridoio di pianificazione e sulla tecnologia (linea aerea o cavo interrato).

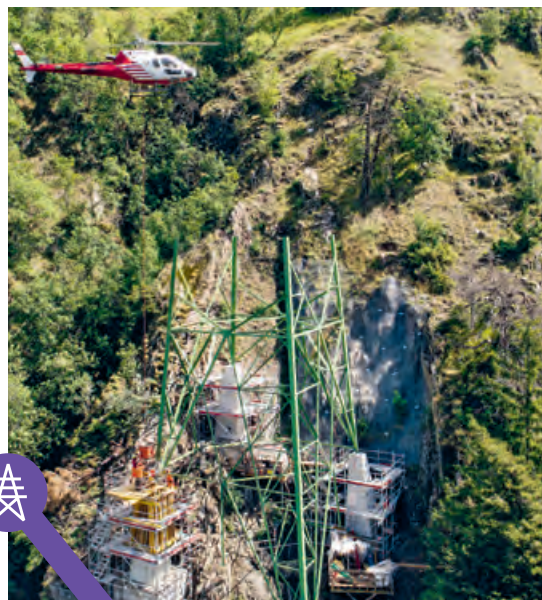


Principi di valutazione

Lo schema di valutazione del governo federale per le reti di trasmissione è decisivo per le raccomandazioni. Vengono presi in considerazione i fattori **tecnologia, sviluppo territoriale, ambiente ed efficienza economica**. Prima che il Consiglio federale prenda una decisione, le persone interessate dal progetto di costruzione possono presentare le loro osservazioni nel corso di un'audizione pubblica.

Progettazione e domanda di costruzione

Progettazione e domanda di costruzione



Dopo la decisione del Consiglio federale, Swissgrid può elaborare un progetto di costruzione all'interno del corridoio di pianificazione definito.

Nel tracciato della linea, si fa attenzione a garantire che sia realizzato in modo da essere il più possibile compatibile con l'insediamento e il paesaggio. Se possibile, la linea progettata verrà accorpata ad altre infrastrutture, come strade nazionali o linee ferroviarie, ad esempio, oppure verranno utilizzati i tracciati esistenti.

Una volta completata la progettazione, Swissgrid presenta la domanda di costruzione all'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte (ESTI). Il progetto sarà poi pubblicato. Ora le persone coinvolte e interessate possono presentare ricorso all'ESTI. Se le differenze non possono essere risolte dall'ESTI, l'UFE prosegue le trattative. Al termine di questa fase, le autorità rilasciano a Swissgrid una licenza di costruzione o impongono ulteriori condizioni che devono essere prese in considerazione. Questa decisione può essere impugnata presso il Tribunale amministrativo federale o il Tribunale federale.



Attuazione

La pianificazione inizia quando viene rilasciata una licenza di costruzione legalmente vincolante. A seconda della scelta tecnologica, Swissgrid elabora un progetto di costruzione per una linea aerea, un cablaggio interrato o una combinazione dei due.

Quando si costruisce una linea aerea, il primo passo è la costruzione dei basamenti dei tralicci e l'ancoraggio degli elementi inferiori in acciaio nel calcestruzzo. Il traliccio viene poi eretto con una gru, un elicottero o una torre di montaggio. Una volta pronto, vengono inseriti i conduttori sotto tensione.

Nel caso di cavi interrati, i lavori di costruzione possono essere più complessi. Il modo più semplice è quello di posare blocchi di tubi in calcestruzzo in trincee aperte. La perforazione controllata viene utilizzata quando è ne-

◀ **Costruzione del traliccio.** L'approvvigionamento elettrico continuo richiede anche la costruzione di tralicci su terreni accidentati.

▶ **Protezione dalla corrosione.** L'infrastruttura è spesso esposta alle intemperie senza alcuna protezione. La protezione dalla corrosione viene effettuata a mano per proteggere i 12.000 tralicci.



◀ **Ingresso del conduttore.** Una volta posizionati i tralicci, i conduttori per il trasporto dell'elettricità vengono tirati e messi in tensione fino a raggiungere l'altezza corretta.



Manuten- zione

Per garantire che la rete di trasmissione sia sempre disponibile e funzionante, non viene solo ammodernata e ampliata. Nell'ambito delle sue opere di manutenzione, Swissgrid e i suoi partner effettuano ogni anno circa 12.000 ispezioni. Tra le opere di manutenzione programmabili rientrano i lavori di diradamento del bosco nei pressi delle linee, la protezione dalla corrosione, la sostituzione degli isolatori o il risanamento dei tralicci e dei loro basamenti. La pianificazione degli interventi di manutenzione è complessa e inizia con circa un anno di anticipo. Le opere di manutenzione non programmate sono necessarie quando gli impianti vengono danneggiati o perturbati da fattori esterni. Le cause più frequenti sono i fattori ambientali, quali fulminazione diretta, vento, calore, valanghe o colate detritiche. Se una linea è danneggiata, le apparecchiature di protezione installate nelle sottostazioni disattivano automaticamente la linea interessata. Un servizio di picchetto ispeziona l'area danneggiata in loco e avvia l'intervento di riparazione.

cessario scalzare ostacoli superficiali come un fiume. Una volta costruiti i pozzetti per cavi, i cavi interrati vengono posati.

La costruzione di linee non è sempre associata a nuove costruzioni. Ove possibile, vengono utilizzate le infrastrutture esistenti. Inoltre, gli impianti di infrastruttura non più necessari vengono smantellati per fare spazio a quelli nuovi.

Modernizzazione dell'infrastruttura di rete esistente

Il collegamento nord-sud tra Bassecourt e Mühleberg svolge un ruolo importante nel trasporto di energia rinnovabile dalle Alpi svizzere e nel trasporto internazionale di elettricità.



Per saperne di più:

[swissgrid.ch/bassecourt-muehleberg](https://www.swissgrid.ch/bassecourt-muehleberg)



Tensione più alta

La linea ad altissima tensione Bassecourt – Mühleberg è in servizio da 45 anni e ha trasportato energia elettrica a una tensione di 220 kV fino alla metà del 2023. Questa tensione non era più sufficiente per la sicurezza dell’approvvigionamento a lungo termine dell’Altopiano centrale e per il trasporto internazionale di elettricità. Per questo motivo, alla fine dell’anno passato Swissgrid ha portato la tensione a 380 kV dopo i lavori di conversione, aumentando così la capacità di trasporto della linea.

Più sicurezza

La necessaria conversione è iniziata ad agosto 2022 con lavori di ingegneria civile durante l’esercizio in corso della sezione della linea. I singoli tralicci e i loro basamenti in calcestruzzo sono stati rinforzati. Circa 45 chilometri di linea sono stati tolti dalla rete nell’autunno del 2023.

Durante i tre mesi di fermo, sono stati eseguiti lavori di montaggio sui tralicci per modernizzare la linea. Ad esempio, sono state installate catene di supporto doppie per aumentare la sicurezza ed è stata aumentata la tensione dei conduttori per ottenere una maggiore distanza da terra. Quest’ultima è una delle numerose misure adottate per conformarsi alle normative e ai valori limite più severi in materia di campi elettromagnetici e rumore da quando la linea è entrata in servizio.

Paesaggio immutato

I tralicci esistenti e altri componenti sono stati adattati durante la modernizzazione della linea. In totale, sono stati eseguiti lavori di costruzione su 56 dei 142 tralicci e sui portali di ancoraggio delle due sottostazioni di Pieterlen e Bassecourt.

Dopo un cantiere di circa 15 mesi, Swissgrid ha messo in servizio con successo la linea il 21 novembre 2023 a una tensione di 380 kV. In questo modo è stata eliminata una congestione nella rete svizzera di trasmissione. Ora è possibile trasportare sull’importante collegamento nord-sud il doppio dell’energia elettrica rispetto a prima.

L'elettricità non è invisibile

Affinché l'elettricità raggiunga i consumatori, sono necessarie diverse infrastrutture. La priorità di Swissgrid è mantenere al minimo l'impatto sulle persone e sull'ambiente.

Campi magnetici e valori limite

A prescindere dalle dimensioni, i campi elettrici e magnetici sono generati ovunque l'elettricità sia prodotta, trasportata e utilizzata. Nel linguaggio colloquiale, si parla di elettrosmog.

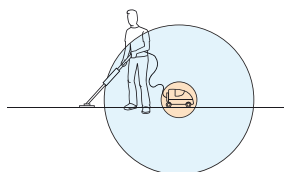
I campi elettrici sono piuttosto limitati e gli indumenti e la pelle proteggono in modo efficace il loro assorbimento da parte del corpo. Dall'altro canto, i campi magnetici generati dalla corrente alternata, come quelli creati dalla trasmissione di corrente, possono produrre una tensione elettrica all'interno del corpo e quindi

influenzare i processi. Per prevenire i rischi per la salute, la Svizzera ha valori limite tra i più severi al mondo.

Campi magnetici

Il limite di immissione applicato ai campi magnetici protegge da tutti i danni alla salute noti alla scienza e vale ovunque possano essere presenti delle persone. La legge sulla protezione dell'ambiente stabilisce inoltre che la popolazione debba essere tutelata anche dai rischi per la salute non ancora dimostrati, ma ipotizzabili. Il valore limite d'impianto serve a questo scopo e vale ovunque siano presenti delle persone per un lungo periodo: sia nelle camere da letto che nei salotti, nelle scuole, nei parchi giochi o nelle vicinanze delle reti di trasmissione.

Buono a sapersi

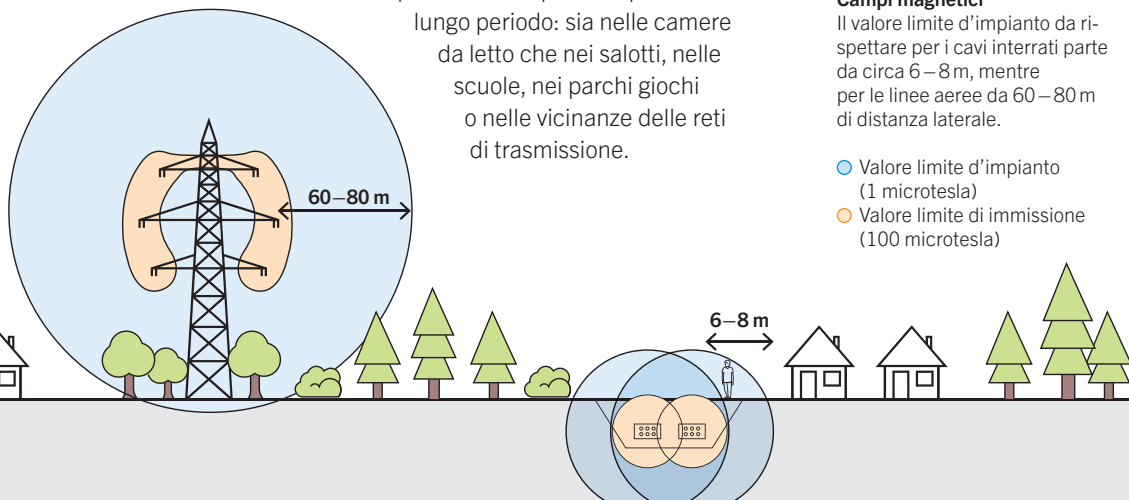


Appena un apparecchio viene collegato a una presa di corrente esso è sottoposto a tensione. Un campo elettrico si crea anche se l'apparecchio resta spento e non si ha alcun passaggio di corrente.

Campi magnetici

Il valore limite d'impianto da rispettare per i cavi interrati parte da circa 6–8 m, mentre per le linee aeree da 60–80 m di distanza laterale.

- Valore limite d'impianto (1 microtesla)
- Valore limite di immissione (100 microtesla)



Un crepitio nell'aria

Nel caso delle linee aeree si hanno costantemente piccole scariche elettriche nell'aria che generano rumori. L'orecchio umano li percepisce come crepitii o ronzii. I cavi interrati di per sé non causano emissioni acustiche, ma lo fanno le infrastrutture ad essi connesse, come le strutture transitorie e gli impianti di compensazione.

Per proteggere la popolazione da un'esposizione fastidiosa o addirittura dannosa a rumori di qualsiasi tipo, l'ordinanza contro l'inquinamento fonico fissa diversi valori limite in decibel (dB). I valori limite si basano su un totale di quattro gradi di sensibilità e su fasce orarie.

Buono a sapersi

A seconda dell'umidità dell'aria, una **linea aerea** genera un livello di rumorosità tra

40 e 50 dB.

Questo corrisponde al rumore di fondo percepito in una biblioteca tranquilla.

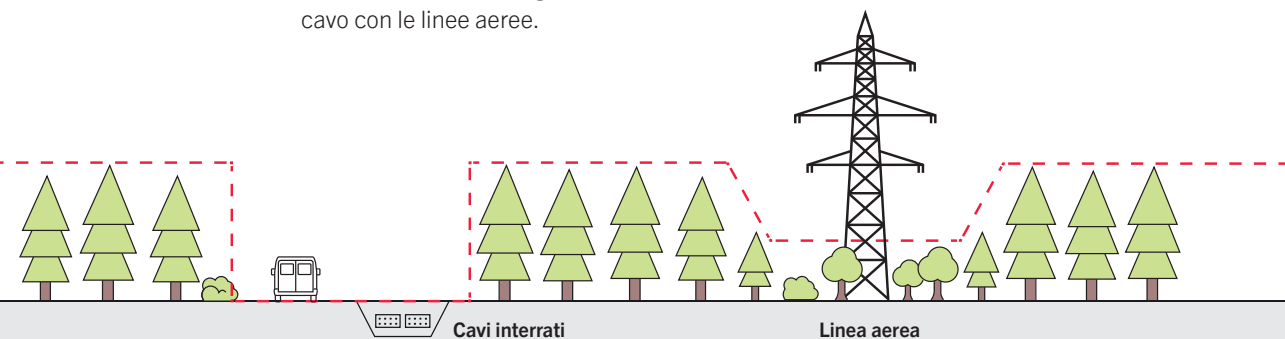
Valori limite diurni e notturni in decibel (dB)

I Zone ricreative	55
II Zona residenziale	60
III Zone miste residenziali e con aziende artigianali, zone agricole	65
IV Zona industriale	70

Un paesaggio cambiato

L'infrastruttura della rete di trasmissione dovrebbe disturbare il meno possibile il paesaggio. Questa è una sfida soprattutto per i tralicci delle linee aeree. Il terreno limita le possibilità e spesso lascia scarsi margini di ottimizzazione. Con i cavi sotterranei, gran parte dell'infrastruttura della linea è interrata, ma questo metodo di costruzione non è completamente invisibile. Per esempio, ci sono grandi strutture di transizione che collegano le tratte in cavo con le linee aeree.

Le strade di accesso e le piste boschive sono interventi visibili nell'ambiente sia per le linee aeree che per i cavi sotterranei. Le superfici necessariamente sottoposte a sradicamento possono essere riforestate dopo il completamento dei lavori di costruzione. Per ragioni di sicurezza, tuttavia, alcune zone devono restare libere o possono essere dotate solo di alberi a basso fusto.



Nuova vita nel legno morto

Il legno morto nelle foreste promuove la biodiversità. Lo stesso vale per i tracciati delle linee aeree. Poiché il legno morto viene sempre più spesso abbandonato, il raro coleottero rosalia alpina ha fatto la sua comparsa in vari luoghi.



Per saperne di più:
[swissgrid.ch/blog](https://www.swissgrid.ch/blog)

Bisogna guardare bene per individuarlo. A un esame più attento, questo coleottero azzurro e nero è una vera bellezza e una rarità. Trascorre la maggior parte della sua vita in stato larvale nel legno morto di faggio. La rosalia alpina vive lì fino a cinque anni prima di abbandonare il bozzolo pupale e rosicchiare il legno. Una volta all'esterno, la sua vita come coleottero è relativamente breve, da tre a quattro settimane. In questo periodo, si dedica alla riproduzione.

Il legno morto di faggio scarseggia

La rosalia alpina non ha avuto vita facile per tanto tempo, visto che il legno morto di faggio assoluto scarseggia e dunque non ha potuto sviluppare le sue larve. Nelle nostre foreste, gestite in modo intensivo e ordinate in molti punti, tale legno scarseggia. I tronchi morti e i rami spezzati vengono di solito eliminati troppo accuratamente. I coleotteri spesso trovano l'habitat necessario per le loro larve solo ai margini delle foreste, sotto forma di mucchi di legna da ardere. Ciò ha conseguenze fatali, poiché il legno viene solitamente rimosso e bruciato prima che le larve si schiudano. Le larve della rosalia alpina muoiono così nel fuoco.

La pazienza porta la biodiversità

Poiché le larve di questi splendidi coleotteri impiegano diversi anni per schiudersi dopo aver deposto le uova, è necessario avere pazienza nella gestione del legno morto. A medio e lungo termine, non sarà vantaggioso solo per la rosalia alpina, ma anche per tutta una serie di insetti e funghi che trovano un habitat ideale nel legno morto.

Tutto dipende dalla giusta cura

I tracciati delle linee elettriche aeree potrebbero rivelarsi un terreno di coltura ideale per la rosalia alpina. In un progetto pilota di Swissgrid, il forestale responsabile ha adattato la gestione della linea ad altissima tensione per mantenerla bassa



Jeannine Suremann
Grid Project Engineer

«Anche se la gestione dei tracciati ecologici è ancora agli albori presso Swissgrid, l'esempio del coleottero rosalia alpina dimostra che spesso sono sufficienti semplici misure per promuovere una specie specifica e, di conseguenza, la biodiversità in generale.»

in un'area in cui era stato avvistato il coleottero. Lascia tronchi di faggio alti circa due metri e se ne prende cura in modo che non vengano danneggiati dalla caduta di alberi provenienti dall'area circostante. A condizione che non vi siano rischi per la sicurezza, presta quindi attenzione alla conservazione e alla promozione del legno morto dritto e a terra.

Swissgrid intende ora integrare i dati relativi all'intera Svizzera, dove la rosalia alpina è ancora presente, nel sistema di geoinformazione interno. In questo modo, si possono prendere in considerazione anche altre sezioni. Questo progetto è attualmente ancora in fase di sviluppo e richiede ulteriori chiarimenti.

Il coleottero alpino (Rosalia alpina) raggiunge dimensioni comprese tra i 15 e i 38 mm.



A volte i secondi contano

Se si verifica uno squilibrio nella rete di trasmissione, bisogna ricorrere a misure di compensazione. Poiché Swissgrid non produce direttamente l'elettricità, quest'ultima viene acquistata su vari mercati.

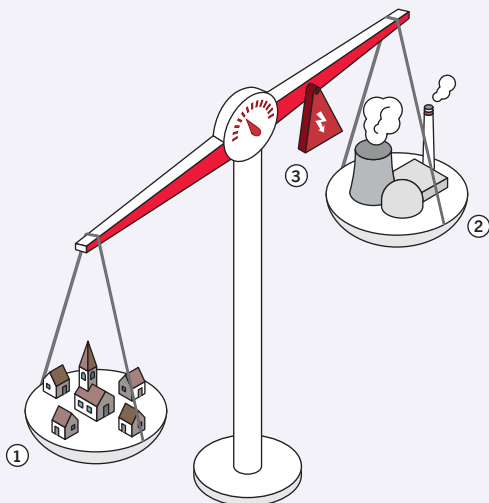
Per ottenere una rete di trasmissione stabile, la quantità di elettricità prodotta e consumata deve essere la stessa. Solo allora l'approvvigionamento elettrico funziona ad una frequenza di 50 hertz. Ma questa frequenza presenta oscillazioni. Se il consumo di energia elettrica risulta superiore alla produzione, la frequenza scende sotto i 50 hertz. Se l'utilizzazione di energia elettrica è inferiore alla produzione, la frequenza diventa maggiore.

Gli scostamenti sono normali

Le oscillazioni nella produzione e nella domanda di energia elettrica sono comuni: le condizioni meteo possono far aumentare o diminuire la richiesta e durante il fine settimana, quando non si lavora, il consumo di elettricità del settore produttivo si riduce. Swissgrid tiene conto di questi cambiamenti nella pianificazione continua della gestione della rete. In caso di squilibri imprevisti, come il guasto di una centrale elettrica o di una linea, è necessario intervenire rapidamente. In pochi secondi si deve immettere nella rete più energia elettrica o regolare la produzione. Per rendere possibile tutto questo con un preavviso così breve, si usa l'energia di regolazione. Si tratta di una riserva tenuta dalle centrali elettriche nazionali ed estere per un uso a breve termine e attivata in base alle necessità.

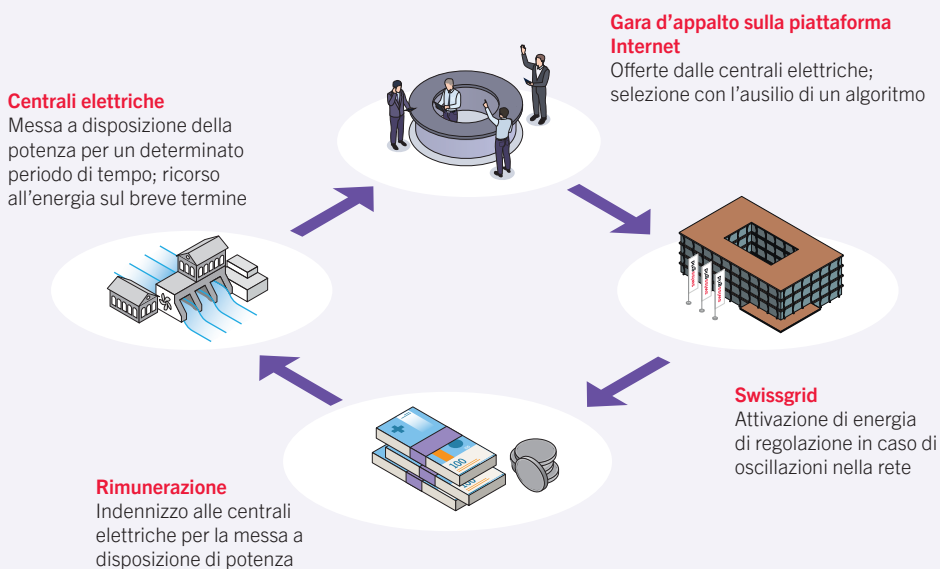
In caso di utilizzo dell'energia di regolazione, i gestori delle reti di trasmissione europei procedono in tre fasi. Pochi secondi dopo l'evento, come ad esempio un guasto di una centrale elettrica, si impiegano

Stabilire un equilibrio



La frequenza di rete può essere inferiore a 50 hertz se il consumo di elettricità ① risulta maggiore della produzione ②. Tramite l'energia di regolazione ③, l'equilibrio è ristabilito.

Approvvigionamento e remunerazione delle riserve di regolazione



automaticamente le riserve di regolazione primarie. Dopo qualche minuto, queste ultime – sempre automaticamente – vengono sostituite dalle riserve di regolazione secondarie. Se lo squilibrio tra produzione e consumo non si risolve dopo 15 minuti, il centro di comando della rete può attivare manualmente le riserve di regolazione terziarie.

Mercati propri per le riserve di regolazione

Affinché si possa ricorrere alla riserva di regolazione in qualsiasi momento, Swissgrid incarica le centrali elettriche della relativa messa a disposizione. Swissgrid si procura i tre diversi prodotti di regolazione della frequenza in appositi mercati della potenza di regolazione: la potenza necessaria viene pubblicata su piattaforme Internet, dove le centrali elettriche propongono la loro offerta a un de-


terminato prezzo. In caso di aggiudicazione, in un determinato periodo le centrali elettriche hanno l'obbligo di riservare la potenza offerta, per la quale ricevono da Swissgrid un indennizzo. Le centrali elettriche ricevono un ulteriore indennizzo se l'energia di regolazione secondaria e terziaria deve essere effettivamente impiegata.

Contribuire a plasmare il mercato

Swissgrid plasma attivamente l'ulteriore sviluppo dei mercati rilevanti. Per esempio, rendendo più efficienti le gare d'appalto per l'acquisto di energia di regolazione in Svizzera e all'estero o attraverso soluzioni di prodotto e meccanismi di prezzo che permettono alle centrali idroelettriche di commercializzare meglio la loro alta flessibilità nella produzione di energia elettrica.



Per saperne di più:
[swissgrid.ch/potenzadiregolazione](https://www.swissgrid.ch/potenzadiregolazione)

A portrait of Nell Reimann, a woman with long dark hair and bangs, wearing a dark blazer over a white top. She is sitting in a blue armchair with yellow and orange stripes on the backrest. The background is a warm, wood-paneled wall with a lamp. The text is overlaid on the lower half of the image.

«Abbiamo bisogno di una rete elettrica che si adatti in modo flessibile.»

Nell Reimann
Head of Market Swissgrid

Il sistema energetico e, di conseguenza, la rete di trasmissione si trovano in una fase di mutamento. Swissgrid sta affrontando la crescente complessità con la modernizzazione strategica della rete e l'ulteriore sviluppo di azienda digitalizzata.

Signora Reimann, il sistema energetico sta cambiando. Cosa c'è in serbo per la Svizzera?

L'obiettivo è diventare un Paese neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO₂. La riorganizzazione completa del sistema energetico necessaria a questo scopo è un compito immane. Grazie all'aumento di fonti di energia rinnovabile come il fotovoltaico e, in misura minore, l'eolico, stiamo parlando di un cambiamento radicale. La generazione di energia elettrica diventerà molto più decentrata e volatile. La riorganizzazione del sistema energetico sta inoltre portando a una crescente elettrificazione in vari settori, come quello dei trasporti, e quindi a una maggiore utilizzazione di energia elettrica. Per trasportare e distribuire l'elettricità è necessaria una rete elettrica che si adatti in modo flessibile al ritmo della trasformazione. In qualità di società nazionale di trasmissione dell'energia elettrica, Swissgrid sarà quindi un attore importante in questo cambiamento. Continueremo a sviluppare la rete di trasmissione come spina dorsale di un sistema energetico più verde.

Tutta l'Europa sta lavorando alla trasformazione. C'è collaborazione?

Sì, già da molto tempo. Oltre al trasporto nazionale, la rete di trasmissione svizzera consente anche l'esportazione e l'importazione di energia. Esiste un vivace scambio di elettricità tra i Paesi europei che consente di compensare le carenze di elettricità nei mesi invernali e le interruzioni delle centrali elettriche o la sovrapproduzione.

Con la trasformazione del sistema energetico, questa cooperazione diventerà ancora più importante. La generazione di energia elettrica con fonti rinnovabili è decentralizzata e non sempre avviene esattamente quando l'elettricità è necessaria. Questa volatilità aumenta la complessità del sistema. Solo se continueremo a lavorare insieme in Europa, la trasformazione del sistema energetico potrà essere realizzata.

La collaborazione funziona bene?

Per molti anni la cooperazione ha lavorato alla pari. Tuttavia, la Svizzera viene sempre più spesso esclusa dai processi, dai comitati e dalla cooperazione europei a causa della mancanza di un accordo sull'energia elettrica. Ciò comporta rischi per la sicurezza e la stabilità della rete in Svizzera. Se, ad esempio, le necessarie misure di stabilizzazione dovessero essere attuate principalmente con energia prodotta in Svizzera, la quantità di elettricità disponibile per l'approvvigionamento della popolazione svizzera diminuirebbe. Inoltre, tali misure comportano un aumento dei costi, che verrebbero trasferiti ai consumatori di corrente.

Swissgrid sta contrastando questo sviluppo a livello tecnico con contratti di diritto privato con singoli gestori di rete di trasmissione europei. Tuttavia, queste misure possono essere solo una soluzione provvisoria, perché non sono un sostituto adeguato a lungo termine di un accordo sull'energia elettrica.

A che punto è il sistema energetico svizzero con la trasformazione?

La trasformazione è in corso, ma dovremmo fare un salto di qualità. O, meglio, due. Sono state gettate le basi legali per l'espansione della generazione di energia elettrica in Svizzera utilizzando le energie

rinnovabili. Tuttavia, è necessario recuperare il ritardo in termini di capacità produttiva, in particolare per l'approvvigionamento elettrico in inverno, e di espansione dell'infrastruttura di rete.

E la rete di trasmissione?

La rete di trasmissione, o l'intera rete elettrica, è il collegamento tra la produzione e il consumo ed è quindi fortemente influenzata dai cambiamenti nel sistema energetico. Questo aspetto è stato preso in considerazione da tempo nella pianificazione strategica per l'ulteriore sviluppo della rete di trasmissione. Il processo di autorizzazione e approvazione federale prevede un'attenta valutazione di tutte le misure di costruzione. Ci vogliono tra i 15 e i 30 anni prima che una rete di trasmissione venga messa in funzione. C'è quindi il rischio che l'infrastruttura di rete non sia in grado di tenere il passo con le ambizioni della transizione energetica.



L'intervistata
Nell Reimann

Nell Reimann è Head of Business Unit Market e membro della direzione dal 2023. Nell Reimann è entrata a far parte di Swissgrid nel 2016 come responsabile del dipartimento System Development. Nel 2019 ha assunto la responsabilità del esercizio di sistema e il ruolo di vice-responsabile della Business Unit Market.

Nell Reimann è membro e presidente di numerosi organi nazionali e internazionali. Ha conseguito un dottorato in ingegneria elettrica all'EPFL e un Executive MBA in gestione e finanza aziendale presso l'Università di Losanna.

Strategia energetica 2050

La Strategia energetica 2050 prevede la graduale ristrutturazione del sistema energetico per raggiungere l'obiettivo di emissioni nette zero entro il 2050. La trasformazione è sostenuta dalla legge sull'energia, i cui provvedimenti mirano a raggiungere i seguenti obiettivi:

-43% riduzione del consumo energetico pro capite del 43% entro il 2035 rispetto all'anno 2000;



potenziamento delle energie rinnovabili;



abbandono graduale dell'energia nucleare.

Ci sono altre sfide per Swissgrid?

Per rispondere a questa domanda, devo ampliare un po' il discorso. Per garantire un funzionamento sicuro e stabile della rete di trasmissione, la produzione e il consumo di elettricità devono essere sempre in equilibrio. Come già detto, la produzione di energie rinnovabili non è molto prevedibile e oscilla a seconda che soffi il vento o splenda il sole. Dobbiamo compensare queste fluttuazioni. In caso contrario, l'equilibrio di cui sopra sarà sbilanciato.

La digitalizzazione può aiutare a tenere sotto controllo la volatilità?

La digitalizzazione può effettivamente aiutare a gestire la crescente complessità del sistema energetico. Stiamo lavorando alle soluzioni. Approcci come la piattaforma di crowd balancing Equigy offrono la possibilità di integrare nel sistema elettrico risorse di flessibilità decentralizzate come gli accumulatori, le auto elettriche, le batterie di accumulo o le pompe di calore in modo semplificato e scalabile. Per farlo, Equigy si affida alla tecnologia blockchain.

«La cooperazione europea è essenziale per la sicurezza dell’approvvigionamento sia svizzero che paneuropeo.»

Equigy è anche alla base di un altro progetto di digitalizzazione. Le energie rinnovabili e le risorse di flessibilità richiedono un coordinamento ancora più stretto tra i gestori della rete di trasmissione e della rete di distribuzione. In un progetto pilota congiunto con il fornitore di energia ewz, stiamo testando come il bilanciamento delle fluttuazioni nella rete elettrica possa essere coordinato meglio.

Ci sono altri progetti di digitalizzazione?

Tutte le divisioni di Swissgrid stanno lavorando a progetti di digitalizzazione. Ad esempio, stiamo lavorando intensamente sul fotovoltaico, poiché la quantità di elettricità prodotta da questa fonte energetica aumenterà in modo significativo. È in corso un progetto pilota per migliorare la base di dati per l'immissione di energia fotovoltaica. Questi dati vengono utilizzati, ad esempio, per valutare meglio l'impatto dell'immissione di energia fotovoltaica sui flussi di carico e sul bilanciamento.

Un altro progetto di digitalizzazione riguarda l'ottimizzazione e l'automazione della messa fuori servizio degli elementi di rete. Al fine di valutare la migliore finestra temporale per tale messa fuori servizio, vengono simulati i relativi effetti. In base ai risultati, vengono poi pianificate le misure necessarie.

Stanno accadendo molte cose. Come sarà organizzata Swissgrid tra 10 anni?

La digitalizzazione è il catalizzatore della transizione energetica. Stiamo lavorando per trasformare Swissgrid in un'azienda digitalizzata. L'implementazione dei prerequisiti tecnici e delle relative soluzioni non serve a nulla, se Swissgrid non è in grado di riunire le relative competenze all'interno dell'azienda. Queste ultime sono state identificate e vengono promosse con misure di formazione continua. In vista della trasformazione digitale, anche la cultura aziendale deve evolversi. Come altre aziende, anche Swissgrid ha bisogno di una mentalità aperta per integrare i cambiamenti dovuti alla digitalizzazione nel proprio modo di lavorare e pensare.

Migliorare le previsioni sul fotovoltaico per la gestione della rete

Per gestire la transizione energetica nei prossimi decenni, è necessaria una notevole espansione del fotovoltaico. Nel frattempo, le forti oscillazioni giornaliere e stagionali dell'energia solare richiedono un adattamento dell'infrastruttura di rete e una migliore previsione dell'immissione in rete.

Le prospettive energetiche 2050+ del governo federale prevedono una forte espansione del fotovoltaico in Svizzera: la produzione annuale di energia solare è destinata ad aumentare da circa 2 TWh nel 2020 a circa 34 TWh nel 2050. Questo forte aumento è necessario per raggiungere l'obiettivo dello zero netto, ma pone notevoli sfide al settore elettrico. La produzione degli impianti fotovoltaici non può essere controllata ed è soggetta alle oscillazioni meteorologiche.



Errori di previsione e alto grado di frammentazione

Queste oscillazioni dovute al cambiamento delle condizioni meteorologiche portano regolarmente a errori di previsione. Inoltre, l'energia solare è altamente frammentata: quasi il 40% della capacità installata proviene da piccoli impianti con una potenza inferiore a 30 kW. Questo rende ancora più difficile la realizzazione di previsioni affidabili e l'accesso ai dati di misurazione. La maggior parte dei sistemi è collegata alla rete di distribuzione, per cui i gestori della rete di distribuzione sono i principali interessati dai cambiamenti. Ciononostante, nel medio termine è prevedibile un impatto sull'esercizio della rete di trasmissione di Swissgrid. Una migliore previsione dell'immissione in rete del fotovoltaico è quindi un passo decisivo per far fronte alla mutata situazione della gestione della rete. Finora le previsioni di produzione fotovoltaica erano disponibili solo in forma aggregata per l'intera Svizzera. Tuttavia, non consentono una ripartizione regionale o l'assegnazione ai comprensori.



Lancio del progetto «Previsioni fotovoltaiche»

Per migliorare in modo significativo la base di dati interna per l'immissione in rete del fotovoltaico, nel 2023 Swissgrid ha lanciato il progetto «Previsioni

fotovoltaiche». Rispetto ai Paesi confinanti, la Svizzera ha un grande vantaggio: le coordinate, le potenze e gli allineamenti della maggior parte degli impianti fotovoltaici svizzeri sono già stati registrati per molti anni nella banca dati di Pronovo AG, una filiale di Swissgrid responsabile della gestione dei programmi di promozione delle energie rinnovabili. Questi dati vengono recuperati automaticamente nell'ambito del progetto e trasferiti alla piattaforma dati di Swissgrid. Vengono poi combinati con le previsioni meteorologiche, che ora sono integrate in tempo reale nella piattaforma dati di Swissgrid. Su questa base, è possibile creare e storicizzare previsioni orarie di immissione in rete di energia fotovoltaica con un'elevata risoluzione regionale e temporale.



Ampia gamma di usi e campi di applicazione

L'alta risoluzione delle previsioni prodotte nell'ambito del progetto «Previsione fotovoltaiche» consente di aggregare ed elaborare opportunamente i dati per vari campi di applicazione interni. Ad esempio, è prevista una migliore previsione dei flussi di carico e delle perdite di potenza attiva nella gestione della rete. Si sta valutando anche l'utilizzo nel locale di controllo di Swissgrid: variazioni improvvise e inaspettate dell'immissione in rete dovute al cambiamento delle condizioni meteorologiche possono essere riconosciute tempestivamente. Grazie all'alta risoluzione, è possibile effettuare analisi approfondite dell'influenza dei fenomeni meteorologici locali sulla produzione fotovoltaica e sulla gestione della rete.

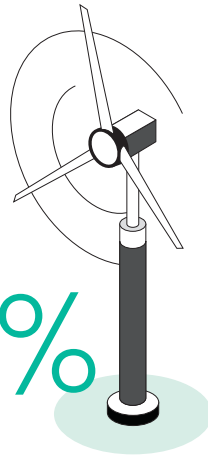
Dopo l'implementazione di un primo prototipo nella primavera del 2023, le basi dell'ambiente in produzione sono attualmente in fase di realizzazione sulla piattaforma dati di Swissgrid. Sulla base di ciò, il progetto viene continuamente perfezionato e collegato a varie applicazioni interne.

Più di una possibilità

La Svizzera viene considerata la zona più ricca di risorse idriche d'Europa. Non sorprende, quindi, che l'energia idroelettrica rappresenti la quota maggiore della produzione di energia indigena. Ciò avviene ancora a livello centrale in alcune località, ma con la transizione energetica, la produzione di energia elettrica sta diventando più diversificata e sempre più decentralizzata. Questo porta dei vantaggi, ma sono necessari ulteriori sistemi di stoccaggio di energia elettrica e adattamenti all'infrastruttura di rete per assicurare l'approvvigionamento elettrico.

L'80%

dell'elettricità uscita dalle prese svizzere nel 2022 proveniva da energie rinnovabili.



Più dell'80%

delle aziende elettriche sono di proprietà del **settore pubblico**. L'elettorato può quindi esercitare un'influenza attraverso i diritti di partecipazione politica.

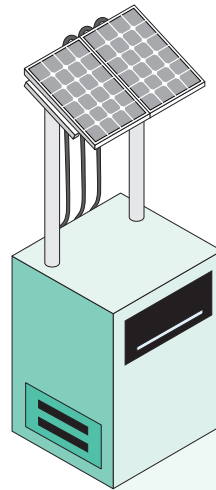
In nove

degli ultimi dieci inverni, la produzione nazionale non è stata sufficiente a coprire il fabbisogno di corrente elettrica della Svizzera.



Fino 20 anni

è la durata di vita delle batterie agli ioni di litio utilizzate per immagazzinare l'energia solare.



35

ghiacciai del Vallese alimentano il bacino idrico dietro la diga di Grande Dixence. Con i suoi 285 metri, è la diga a gravità più alta del mondo. La base di questo accumulatore d'energia ha uno spessore di circa 200 metri, ciò corrisponde alla lunghezza di due campi da calcio.

Sono più di 650

le **aziende elettriche** che forniscono alla Svizzera elettricità prodotta da energia idroelettrica, fotovoltaica, eolica, nucleare, con rifiuti e da altre fonti energetiche. Inoltre queste aziende svolgono compiti come lo stoccaggio di energia elettrica, l'esercizio di parti della rete elettrica o la fornitura di energia ai clienti finali.





Energie rinnovabili col vento in poppa. Dagli anni '90, sul Mont-Soleil viene prodotta energia elettrica da impianti fotovoltaici ed eolici.



Mix energetico in Svizzera. Da decenni la Svizzera punta sulle energie rinnovabili. Inizialmente l'attenzione era rivolta soprattutto all'energia idroelettrica, ma ora l'importanza dell'energia solare aumenta di anno in anno.



Espansione delle tecnologie di accumulo. Una grande batteria: poco appariscente fuori, altamente tecnologica dentro.



Principale fonte di energia. L'energia idroelettrica è ancora la più importante fonte rinnovabile in Svizzera.

Dalla Svizzera e dall'estero. Invece di essere prodotta a livello centrale, l'elettricità viene sempre più spesso prodotta nel luogo in cui viene anche consumata. Oppure viene da lontano sotto forma di energia rinnovabile.





Produzione di energia in evoluzione. La Strategia energetica 2050 cambierà il parco di centrali elettriche in Svizzera.

A portrait of Dr. Stefan Oberholzer, a middle-aged man with thinning white hair and glasses, smiling warmly. He is wearing a dark blue blazer over a light blue button-down shirt. He is leaning on a light-colored wooden desk. The background is a modern office or laboratory setting with blue walls and a large circular pendant light fixture hanging from the ceiling.

«La necessità
di accumulo
dipende da
vari fattori.»

Dott. Stefan Oberholzer

Responsabile del programma di ricerca sul fotovoltaico dell'UFE

In periodi di assenza di vento, di scarsità d'acqua o nelle buie giornate invernali, anche dopo la transizione energetica, la domanda di elettricità deve poter essere soddisfatta in ogni momento. A questo scopo sono disponibili diverse tecnologie di accumulo, che svolgono ruoli differenti nel sistema energetico.

Signor Oberholzer, perché l'offerta di elettricità deve adattarsi in modo flessibile alla domanda?

In generale, per garantire la stabilità della rete elettrica, l'offerta di elettricità deve essere sempre pari alla domanda. La transizione energetica ci pone di fronte a nuove sfide in questo senso: il vento e il sole non sempre forniscono elettricità quando è necessaria. Questa variabilità porta a una maggiore necessità di flessibilità, ossia la capacità di reagire per mantenere il sistema in equilibrio in caso di fluttuazione dell'utilizzazione energia elettrica o della generazione di corrente elettrica.

È possibile prevedere questa variabilità?

Solo fino a un certo punto. Se il sole non splende nonostante le previsioni meteorologiche, la generazione di energia elettrica non può essere aumentata quando la domanda di elettricità aumenta. È più probabile che gli effetti stagionali si compensino a causa dei diversi profili di produzione delle energie rinnovabili. L'acqua e l'energia solare sono più disponibili in primavera e in estate, mentre il vento soffia più forte in autunno.

È possibile compensare gli svantaggi delle energie rinnovabili?

La rete elettrica svizzera svolge un ruolo centrale nella compensazione degli svantaggi. Se non ci sono opzioni di allacciamento alla rete per il trasporto dell'elettricità generata dalle energie rinnovabili, l'aumento delle capacità di produzione locale non serve a nulla. Uno sguardo oltre i confini della Svizzera rende chiaro cosa sia necessario fare: in un rapporto pubblicato alla fine del 2023, l'International Energy Agency scrive che la ristrutturazione della rete globale e l'ampliamento delle reti di distribuzione e trasmissione devono raddoppiare entro il 2040. In caso contrario, non sarà possibile raggiungere l'elettrificazione mirata con le energie rinnovabili e, pertanto, gli obiettivi climatici. La situazione è simile in Svizzera.

Ci sono altre opzioni?

È necessario creare opzioni di accumulo per conservare l'elettricità quando può essere prodotta. Se la domanda di elettricità aumenta in un momento in cui non è più possibile produrla, possono essere utilizzate queste riserve. Tali accumulatori possono essere situati presso privati, fornitori commerciali o aziende di approvvigionamento elettrico.

Quanti accumulatori sarebbero necessari?

L'effettiva necessità di accumulatori o di capacità di accumulo dipende dall'ampliamento della rete, dal tipo e dalla quantità di generazione di energia elettrica e dalla gestione della domanda. In Svizzera si è già organizzato molto in questo contesto. Già nel 2019, la legge federale «Strategia Reti elettriche» ha migliorato le condizioni quadro per la conversione e l'ampliamento della rete e, di conseguenza, le condizioni per l'ottimizzazione e l'ulteriore sviluppo delle reti elettriche.

La legge sull'approvvigionamento elettrico ha creato le basi per poter utilizzare accumulatori adeguati nell'intero sistema elettrico. I gestori degli accumulatori sono proprietari delle loro flessibilità per legge. Questo permette di offrirle laddove il sistema ne trae maggiore beneficio. In particolare, le autoconsumatrici e gli autoconsumatori sono incentivati a utilizzare il loro considerevole potenziale di flessibilità, generando così un reddito aggiuntivo.

Quando si parla di stoccaggio di energia elettrica, un profano di solito pensa alle batterie. Quali altre tecnologie sono disponibili?

Le batterie svolgono un ruolo importante e lo svolgeranno ancora di più in futuro per quanto riguarda l'accumulo dell'elettricità, che si tratti di batterie mobili, come quelle dei veicoli elettrici, o di batterie stazionarie. Sulla base di uno scenario in cui il 100% dell'elettricità sarà prodotta con energie rinnovabili, l'Università finlandese LUT ipotizza che il 60% dell'accumulo totale di energia in Europa sarà fornito da batterie entro il 2050.

In linea di principio, sono disponibili diversi tipi di stoccaggio di energia elettrica. Esistono sistemi di accumulo meccanici, come quelli a pompaggio o a gravità. Le batterie sono dispositivi di accumulo elettrochimico. I condensatori sono dispositivi di accumulo elettrico che immagazzinano cariche e

Le tecnologie di accumulazione in sintesi

L'energia viene convertita da una forma all'altra per essere immagazzinata. L'ulteriore conversione rilascia l'energia immagazzinata sotto forma di elettricità.

I tipi di accumulatori d'energia sono, ad esempio:



Accumulatori meccanici,
come le centrali ad accumulazione con pompaggio



Accumulatori chimici,
come il power-to-hydrogen



Accumulatori elettrochimici,
come le batterie

l'energia elettrica associata sotto forma di campo elettrico per un breve periodo di tempo. Power-to-gas o power-to-hydrogen sono sistemi di accumulo chimico che possono essere utilizzati per immagazzinare energia per periodi di tempo più lunghi. Il power-to-heat, invece, è un sistema di accumulo termico.

Queste tecnologie hanno ruoli diversi nel sistema elettrico?

La sfida più ovvia è quella di soddisfare la domanda di energia in un determinato giorno. Le tecnologie di accumulo devono quindi essere in grado di coprire periodi senza vento, giornate invernali buie o periodi con poca acqua.

Di conseguenza, è logico affidarsi a tecnologie diverse. Le centrali idroelettriche ad accumulo svolgono un ruolo centrale nel bilanciamento stagionale. È più probabile che i sistemi di accumulo a batteria decentralizzati vengano utilizzati per la stabilizzazione della rete e il bilanciamento giornaliero. Anche gli elettrolizzatori che convertono l'elettricità rinnovabile in idrogeno per immagazzinarla possono svolgere un ruolo di bilanciamento nel sistema elettrico.



L'intervistato
Dott. Stefan Oberholzer

Stefan Oberholzer ha conseguito un dottorato in fisica, è responsabile delle aree di ricerca energetica del fotovoltaico, dell'idrogeno e delle batterie presso l'Ufficio federale dell'energia (UFE) dal 2008 e dirige i relativi programmi dell'UFE.

«A prescindere dalle tecnologie di accumulo, un alto grado di elettrificazione è il modo più semplice ed efficiente per abbandonare l'uso dei combustibili fossili.»

Che ruolo ha l'accumulo nella rete di trasmissione?

Al livello più alto di rete, i bacini idrici sono e restano di grande importanza. Secondo il rapporto «Accumulatori d'energia della Svizzera», un po' più datato, l'energia immagazzinata nei sistemi di accumulo con pompaggio, ovvero l'energia recuperata con questi sistemi di accumulo, sarà più che raddoppiata entro il 2050. Tuttavia, anche altri sistemi di accumulo, in combinazione con l'accoppiamento settoriale, possono svolgere un ruolo nella rete di trasmissione. Per accoppiamento settoriale si intende generalmente il collegamento dei «settori energetici» elettricità, gas, calore e traffico. Gli impianti tecnici, le infrastrutture e i mercati dei vari settori devono essere maggiormente armonizzati per creare un sistema energetico completo e intelligente. Le opzioni di accumulo nei settori possono anche svolgere un ruolo nella rete di trasmissione, ad esempio nell'erogazione di prestazioni di servizio del sistema.

Quando si tratta di accoppiamenti settoriali, pensiamo in grandi dimensioni. E per quanto riguarda l'accumulo nelle economie domestiche?

Nel 2022 circa una casa unifamiliare su tre con impianto fotovoltaico era dotata di un sistema di

accumulo a batterie. In futuro, tuttavia, non tutte le economie domestiche avranno bisogno di un accumulatore che garantisca una flessibilità sufficiente.

Per i gestori di rete è inoltre importante che gli accumulatori decentralizzati possano essere gestiti nel modo più «compatibile» possibile per la rete. L'uso della ricarica bidirezionale con i veicoli elettrici o le comunità elettriche locali collegate alla rete di distribuzione offrono sicuramente maggiori possibilità di utilizzo delle opzioni di accumulo.

Quali tecnologie di accumulo acquisteranno importanza in futuro?

Credo che le batterie rivestiranno un'importanza centrale. Tuttavia, ciò non significa che non siano importanti anche altre forme di accumulo, come l'accumulo termico stagionale in combinazione con la fornitura di calore collegata alla rete. A prescindere dalle tecnologie di accumulo, un alto grado di elettrificazione è il modo più semplice ed efficiente per abbandonare l'uso dei combustibili fossili.

Le fonti energetiche del presente

L'energia elettrica non si genera da sola, ma viene convertita da una forma di energia a un'altra. Le possibilità a questo proposito sono molteplici.

Energia termica

Energia immagazzinata nel movimento disordinato degli atomi o delle molecole di una sostanza. Nelle centrali a vapore, l'energia termica del vapore acqueo viene convertita nell'energia cinetica di un movimento rotatorio.

Energia radiante

La luce o il calore sono energia che viene trasportata da onde elettromagnetiche. La conversione della radiazione solare avviene, per esempio, attraverso il fotovoltaico.

Energia cinetica

Energia cinetica come il vento o l'acqua che scorre. La conversione avviene, per esempio, attraverso impianti idroelettrici ed eolici.

Energia elettrica

Energia che viene trasmessa per mezzo dell'elettricità o accumulata in campi elettrici. Questi includono i fulmini o le cariche elettriche «fluenti». La conversione avviene tramite motori elettrici o generatori.

Energia chimica

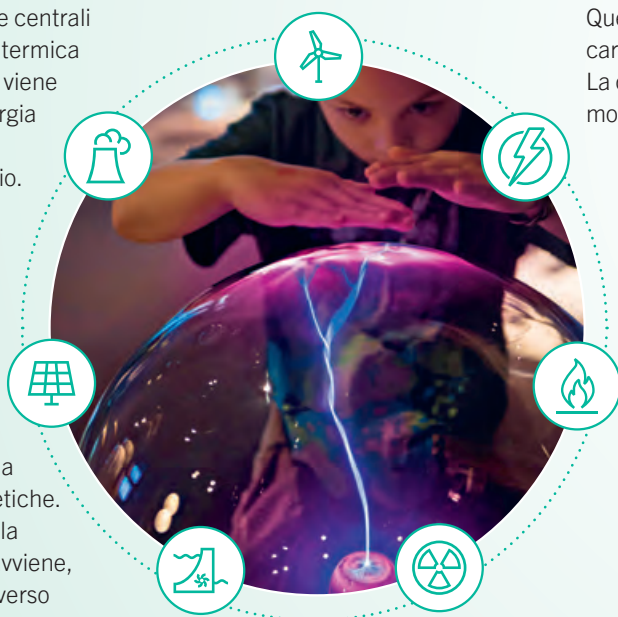
Energia immagazzinata in forme chimiche, come il legno o il petrolio. Viene rilasciata durante le reazioni chimiche come la combustione dei carburanti nei motori.

Energia potenziale

Energia posizionale come l'acqua raccolta in un bacino o un oggetto situato in alto. La conversione avviene attraverso, per esempio, le centrali elettriche ad accumulazione con pompaggio.

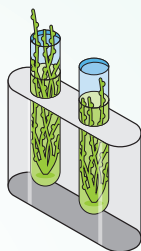
Energia nucleare

Energia contenuta nei nuclei degli atomi. La fissione nucleare viene usata per generare energia secondaria come l'elettricità. La radiazione di calore risultante si usa per convertire l'acqua in vapore. Quest'ultimo, a sua volta, aziona le turbine per generare elettricità.



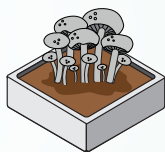
Quattro potenziali fonti energetiche del futuro

La domanda di fonti energetiche rinnovabili e sostenibili è destinata ad aumentare fortemente nei prossimi anni e decenni. Ricercatori, ricercatrici e aziende di tutto il mondo sono quindi alla ricerca di alternative al vento, al sole e all'acqua.



Alghes – il carburante del mare

Dallo zucchero di un chilo di macroalghe si può ottenere dal 40 al 60% di bioetanolo e un altro 10 percento di biogas. Poiché le alghe assorbono grandi quantità di CO₂ dal mare e dall'atmosfera durante la crescita, sono una fonte di energia molto efficiente. I residui delle alghe possono anche essere utilizzati come fertilizzanti o come ingredienti per prodotti alimentari e medicinali.



Funghi – i maestri del trasformismo

I funghi o miceli sono maestri del riciclo e della trasformazione dei materiali. Trasformano la biomassa in modo estremamente efficiente in materiali versatili e rispettosi del clima. Alcune specie di funghi possono convertire gli scarti di produzione dell'industria del legno e dell'agricoltura in bioetanolo.



Canapa – il bio-aspiratore versatile

La canapa è stata utilizzata per migliaia di anni per oli essenziali, tessuti, carta, tele per barche a vela, corde o anche come materiale isolante e da costruzione. Un altro superpotere di questa pianta robusta è la sua capacità di disintossicare i terreni. E il potenziale non è ancora esaurito, perché la canapa può essere usata anche per la produzione di energia. Esistono già vari processi per convertire la canapa in metano e idrogeno quasi senza residui.



Legno – energia per le navi

Nel settore delle costruzioni, il legno è da tempo considerato uno dei materiali da costruzione più rispettosi del clima. I residui della lavorazione del legno possono essere convertiti in elettricità e calore nelle centrali elettriche a legna. Con l'ausilio di un processo speciale, possono essere utilizzati anche per produrre carburante per il trasporto marittimo. La chiave sta nella lignina, il componente principale delle pareti cellulari delle piante. Questo biopolimero può essere utilizzato come vettore energetico o per la produzione di medicinali o materiali come la similpelle.



«In qualità di gestore di rete di trasmissione, apportiamo un contributo essenziale a un approvvigionamento elettrico sostenibile dal punto di vista ecologico e sociale, affidabile ed efficiente in Svizzera.»

Kathrin Hofer Head of Sustainability



«L'esercizio continuo della rete di trasmissione richiede attenzione giorno e notte. Prepariamo le previsioni di utilizzo della rete con 12 mesi di anticipo.»

Valentin Bürgler Senior Specialist Operational Planning

Swissgrid offre la possibilità di svolgere un lavoro appassionante e utile.

swissgrid.ch/jobs

Fonti

- Borderstep Institut (7)
- Ufficio federale dell'energia (7, 48, 51, 53)
- Ufficio federale di statistica (51, 53)
- elcom.admin.ch (18/19)
- energieexperten.ch (53)
- energieschweiz.ch (7)
- Meteomatics.com (51)
- Pro Natura (42/43)
- Stiftung Habitat (14/15)
- prezzi-elettricitaelcom.admin.ch (18, 19)
- Swissgrid (7, 21)
- TCS (7)
- Associazione delle aziende elettriche svizzere (53)

Impressum

Publicato da

Swissgrid SA, www.swissgrid.ch

Concept e design

SOURCE Associates AG, Zurigo

Concept dei contenuti e redazione

open up AG, Zurigo

Fotografie e crediti fotografici

Luxwerk, Stefan Walter, Swissgrid, Getty Images, Keystone, EKZ, Axpo, Daisuke Hirabayashi (per Buchner Bründler Architekten), Stocksy, Alamy, Foto Werk

Produzione

Kromer Print AG, Wettingen



©2024 | Printed in Switzerland



«L'ulteriore sviluppo del mantenimento della tensione nella rete ad altissima tensione in collaborazione con le aziende e con tutti i settori è essenziale per la sicurezza dell'approvvigionamento.»

Fabian Streiff Senior Specialist Product Development



«Nella rete di trasmissione non funziona nulla senza l'infrastruttura informatica. Le soluzioni e i processi sono strettamente interconnessi e devono essere coordinati tra tutte le aree aziendali.»

Eva Romaczyk responsabile di progetto e Requirements Engineer



«La rete di trasmissione non è mai completata e viene continuamente rinnovata. Utilizziamo i dati per analizzare le esigenze di rinnovamento.»

Martina Rohrer Head of Technical Asset Management



«I modelli virtuali sono utilizzati per simulare la rete di trasmissione e la sua gestione. Durante il processo vengono elaborate grandi quantità di dati.»

Gianluca Bergami Data Engineer

L'elettricità fa muovere il mondo e il nostro Paese e garantisce sicurezza, qualità di vita e prosperità. Gestiamo la rete di trasmissione in modo continuo affidabile, efficiente e privo di discriminazioni al servizio dell'economia nazionale e del settore svizzero dell'energia elettrica. Progettiamo e costruiamo la rete di trasmissione del futuro.

Nel farlo, ci assumiamo la responsabilità nei confronti della società e dell'ambiente.

Organizzati in rete sul territorio nazionale e all'estero, puntiamo su soluzioni improntate alla collaborazione e conformi al mercato, mirate al perfezionamento del sistema energetico.

La sicurezza ha la massima priorità in tutto ciò che facciamo.