

WATT ABOUT

A yellow triangular warning sign with a black border and a black lightning bolt symbol in the center. The words "HIGH VOLTAGE" are written in black around the perimeter of the triangle.

VIAGGIA L'ENERGIA

KIT 5

Dossier

I materiali **WattAbout** sono stati prodotti nel progetto EnergiaFuturo, con il sostegno della Fondazione Gebert R f

Coordinamento:

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento formazione e apprendimento / Alta scuola pedagogica

In collaborazione con:

Ticino Energia, AET, AIL, Dipartimento del Territorio della Repubblica e Cantone Ticino,  ducation21 e RSI EDU.

Un ringraziamento speciale a Swissgrid SA
per le immagini e i contenuti presenti in questo kit.

Viaggia l'energia

Kit 5

Versione 1.0

Febbraio 2026

   NC Switzerland

www.wattabout.ch

**WISSENSCHAFT.
BEWEGEN**
GEBERT R F STIFTUNG



Indice

Introduzione	4
1. Chi garantisce l'energia che serve?	5
2. Come è fatta la rete	6
Rete di trasmissione e rete di distribuzione	6
I livelli di rete presenti in Svizzera la riduzione della tensione	6
Le "autostrade energetiche" possono essere aeree o interrate	9
3. "Tenere su" la rete	11
Mantenimento della tensione: la spinta che fa scorrere la corrente	11
Come si mantiene la tensione?	11
Mantenimento della frequenza: il ritmo della rete	11
Come si mantiene la frequenza?	12
Tensione e frequenza sono collegate	12
4. La rete elettrica in Svizzera	15
L'autostrada dell'elettricità: la rete di trasmissione Swissgrid	15
Piccole strade locali: i distributori regionali	16
La sfida dell'elettrificazione: "accelerazione della rete" per renderla a prova di futuro (e relativo disegno di legge)	17
5. Consumatori o produttori?	
Fotovoltaico e co-produzione	19
RCP fisico: condivisione tramite un unico contatore	20
RCP virtuale: condivisione senza cavi aggiuntivi	21
CLE: una comunità che produce, scambia e gestisce energia	21

Indice

6. Reti elettriche e digitalizzazione	22
Smart grid e reti intelligenti	23
Come funzionano in pratica	23
7. Reti elettriche e tutela ambientale	27
Emissioni elettromagnetiche e rumore	27
Protezione del paesaggio (reti aeree e reti interrato)	29
8. Formazione e professioni	30
L'apprendistato che cambia: le professioni che tengono in piedi la rete	30
Elettricista per reti di distribuzione: la figura chiave	30
E dopo il tirocinio? Le possibilità di crescita	31
Per saperne di più	32
Fonti	33

Introduzione

Cosa si nasconde dietro una presa di corrente? Qual è il viaggio che l'energia elettrica compie dalle centrali di produzione fino a case, scuole, uffici e industrie? Questo dossier racconta come l'elettricità, dopo essere stata generata, percorra le grandi "autostrade" dell'energia - le reti di trasmissione ad altissima tensione - per poi diramarsi attraverso una rete di distribuzione sempre più fitta e capillare, fino ad arrivare alle prese della corrente nelle nostre case. Si spiega perché **produzione e consumo devono essere costantemente in equilibrio** e come la **tensione elettrica venga ridotta** passo dopo passo: dalle linee di trasmissione ad alta tensione, alla rete di distribuzione a media e bassa tensione, utilizzata rispettivamente da industrie e utenti domestici. A ogni livello, la tensione deve essere mantenuta stabile e controllata. Il dossier presenta inoltre le due tipologie principali di infrastrutture - **linee aeree** e **cavi interrati** - illustrandone caratteristiche, vantaggi e limitazioni.

Uno sguardo è dedicato anche al futuro: tecnologie emergenti, innovazioni digitali e progetti pilota che stanno trasformando l'attuale sistema elettrico. Infine, viene approfondito come la rete debba evolvere per rispettare norme ambientali, sempre più severe e come il sistema elettrico svizzero stia attraversando una fase di profonda transizione.

1. Chi garantisce l'energia che serve?

Per far sì che l'energia elettrica arrivi fino a noi servono due elementi fondamentali: **una rete** e **i gestori della distribuzione**.

Nella vita quotidiana utilizziamo l'elettricità quasi senza pensarci: accendiamo una lampadina, ascoltiamo la radio, ricarichiamo un telefono. Ma perché tutto questo sia possibile, l'energia deve prima compiere un lungo percorso. Dalle centrali di produzione, passa alla **rete di trasmissione**, che trasporta l'elettricità su grandi distanze, e poi ai **gestori della distribuzione**, che la portano capillarmente fino agli utenti finali, nelle case, uffici, scuole, e industrie. E questo accade praticamente in tempo reale!

La prima sfida è la **trasformazione di altre forme di energia in energia elettrica**, nei vari siti di produzione [KIT 1]. La seconda, altrettanto cruciale, è garantire che in rete sia presente **esattamente la quantità di energia richiesta** in ogni istante. Infatti, nel sistema elettrico **produzione e consumo devono sempre essere in equilibrio**: troppa o troppo poca energia in rete, possono comprometterne la stabilità.

2. Come è fatta la rete

Il percorso, che permette all'energia di arrivare nelle nostre case, è lungo e talvolta complesso. La corrente passa attraverso diversi **livelli di tensione**: nelle fasi iniziali, dove viene prodotta, viaggia a tensioni molto elevate, che devono via via ridursi fino a raggiungere i **230 volt** delle prese domestiche presenti nelle nostre case [Kit 2] [1].

Rete di trasmissione e rete di distribuzione

In Svizzera, come in altri Paesi, la rete elettrica è suddivisa in due grandi livelli.

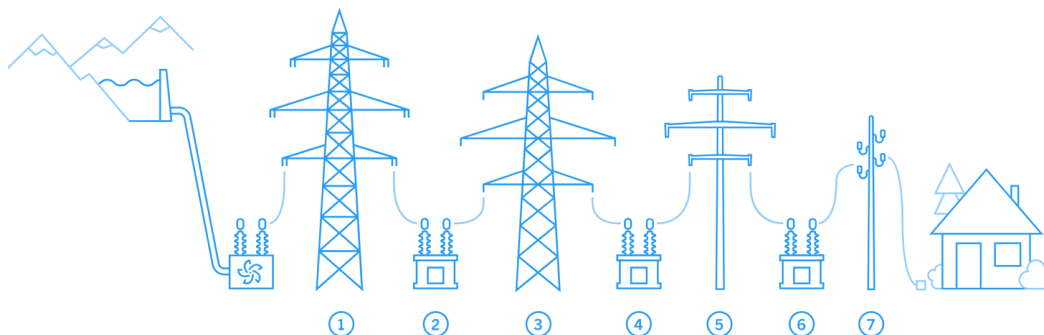
La prima è la **rete di trasmissione**, gestita a livello nazionale da **Swissgrid**, opera ad **altissima tensione** (220 kV e 380 kV) e ha diverse funzioni: trasportare grandi quantità di energia su lunghe distanze, collegare le centrali di produzione, interconnettere la Svizzera con le reti europee. È dunque paragonabile ad una “**autostrada elettrica**” [2].

La seconda è la **rete di distribuzione**, che viene **gestita dalle aziende elettriche regionali e locali** e opera a **media e bassa tensione** (tipicamente 50 kV, 16 kV, 400 V). Il suo compito è portare l'elettricità dalla rete di trasmissione agli utenti finali, alimentando quindi case, uffici, industrie, trasporti elettrici. È paragonabile a una **rete stradale locale**, che distribuisce l'energia elettrica capillarmente fino a destinazione [3].

I livelli di rete presenti in Svizzera e la riduzione di tensione

La **tensione elettrica** è la differenza di potenziale tra due punti di un circuito e rappresenta la “spinta” che mette in movimento gli elettroni, generando corrente. È simile alla **pressione dell'acqua** in un impianto idraulico: se c'è una differenza di pressione, l'acqua scorre; allo stesso modo, se c'è una differenza di potenziale elettrico, gli elettroni possono fluire, generando corrente. La tensione si misura in **volt (V)**.

Attraverso le centrali elettriche e le importazioni dall'estero, l'energia elettrica giunge alla **rete di trasmissione ad altissima tensione** ($380'000\text{ V} = 380\text{ kV}$ o $220'000\text{ V} = 220\text{ kV}$). Tensioni elevate sono necessarie per **ridurre le perdite di energia** durante il trasporto su lunghe distanze. Prima di arrivare alla presa domestica, la tensione viene gradualmente ridotta, perché **una tensione così alta non potrebbe essere utilizzata direttamente dagli apparecchi elettrici di casa e sarebbe pericolosa**. La riduzione avviene per gradi, fino a 400 o 230 V, tramite diversi **livelli di rete** [1].



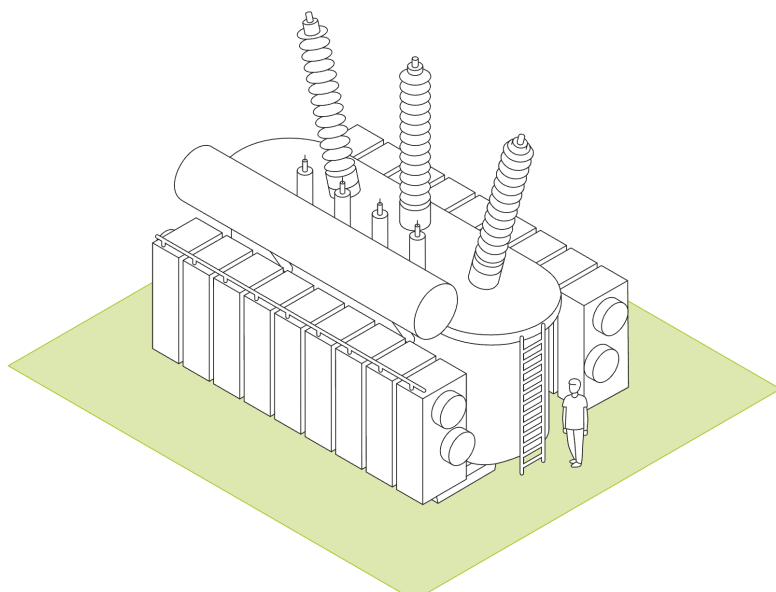
Swissgrid SA Livelli di rete. La tensione dell'elettricità prodotta dalle centrali viene progressivamente ridotta nelle sottostazioni prima di giungere nelle case [1].

I livelli di rete in Svizzera sono:

- **Livello 1 - Altissima tensione (AT):** 380 kV o 220 kV, per il trasporto dall'estero e dalle grandi centrali, sulla rete nazionale.
- **Livello 3 - Alta tensione (AT):** 36-150 kV, per collegamenti regionali e tra centrali e sottostazioni.
- **Livello 5 - Media tensione (MT):** 1-36 kV, trasporta l'elettricità dalle sottostazioni verso le reti locali, gestite da aziende cantonali o comunali. La tensione viene **ridotta progressivamente** perché non possa più essere trasportata a livelli troppo alti, verso le zone residenziali e industriali.
- **Livello 7 - Bassa tensione (BT):** <1 kV (400 o 230 V), la rete capillare che alimenta case, scuole, ospedali e piccole imprese, gestita da utilities locali. Questo livello rende l'elettricità **sicura e utilizzabile** per tutti gli apparecchi domestici e piccoli impianti industriali.

I **livelli 2, 4 e 6** sono i cosiddetti livelli di trasformazione, poiché trasformano l'energia elettrica nel livello immediatamente inferiore (o superiore a seconda della necessità) [1].

La riduzione di tensione avviene tramite **sottostazioni di trasformazione**, che portano progressivamente la corrente da **380 kV → 150 kV → 36 kV → 400/230 V**. I **trasformatori**, considerati il **cuore della rete**, sono utilizzati nelle grandi reti elettriche, e la corrente attraversa numerose sottostazioni prima di raggiungere l'utente finale.



Swissgrid SA, Trasformatore - Per l'aumento o la riduzione della tensione dell'energia elettrica o della corrente [4].

Ogni fase della trasformazione è regolata da **norme federali di sicurezza e compatibilità ambientale**.

La **Legge federale sulla trasformazione e l'ampliamento delle reti elettriche: "Strategia reti elettriche"** disciplina dal 2021 l'intero processo di sviluppo della rete, dalla pianificazione alla progettazione fino alla realizzazione dei progetti [5].

Swissgrid, in qualità di **società nazionale di rete**, è responsabile dell'esercizio sicuro e del monitoraggio della **rete svizzera di trasmissione**, giorno e notte, sette giorni su sette. Gestisce inoltre il **potenziamento della rete ad altissima tensione**, che trasporta energia sulle lunghe distanze e connette la Svizzera al resto dell'Europa.

Le “autostrade energetiche” possono essere aeree o interrate

Il trasporto di energia a livello di altissima tensione (380 kV e 220 kV) si svolge in gran parte tramite **linee aeree**, che rappresentano il **99%** della rete svizzera di trasmissione.



Swissgrid SA, Esempio di linee aeree e cavi interrati [6].

Negli ultimi anni, tuttavia, è cresciuto l'interesse per l'interramento dei cavi come soluzione per ridurre gli impatti su paesaggio, ecosistema e potenzialmente sulla salute della popolazione, a causa della possibilità di ridurre il flusso magnetico. Si tratta di un sistema relativamente nuovo e di conseguenza poco collaudato, che comporta notevoli sfide tecniche. Infatti, il loro utilizzo è possibile solo a determinate condizioni. Tra i fattori principali ci sono le condizioni del suolo, la prestazione di trasmissione (cioè la capacità tecnica del cavo di trasportare energia elettrica in modo efficiente e sicuro), la lunghezza dei tracciati, i costi e la prospettiva di sfruttamento delle linee. Nel 2020, Swissgrid ha interrato per la prima volta cavi ad altissima tensione di una linea a 380 kV, ottenendone importanti informazioni e dati per il futuro [6].

Entrambe le tecnologie - linee aeree e cavi interrati - presentano vantaggi e limiti, e per ogni progetto Swissgrid valuta la soluzione più adatta sotto il profilo **tecnico, economico e ambientale** [6].

Vedere video Swissgrid SA indicato sotto (in La sfida dell'elettrificazione): **Accelerazione della rete: il principio della linea aerea. 21 Ott. 2025.**

CURIOSITÀ

Ampiamento della rete di trasmissione elettrica. Dare priorità alle linee aeree nella rete ad altissima tensione.

“La CEATE-N (Commissione per l'ambiente, la pianificazione territoriale e l'energia del Consiglio nazionale) ha votato il 21.10.2025 a netta maggioranza **a favore dell'utilizzo di linee elettriche aeree per il rinnovamento e l'ampiamento della rete di trasmissione elettrica**. Stabilendo norme chiare in materia, si mira a evitare che progetti urgenti e necessari vengano ritardati da controversie che potrebbero durare anni” [7].

Scheda informativa di Swissgrid: Studio sui cavi in Svizzera: limiti tecnici e operativi dei cavi interrati nella rete svizzera di trasmissione, per comprendere meglio l'argomento. 9 Aprile 2025. Factsheet-Kabelstudie-Schweiz-it.pdf (in tedesco).

Swissgrid SA. «Gäbühel»

3. “Tenere su” la rete

Per far funzionare la rete elettrica, non basta produrre energia: bisogna anche “**tenerla su**”, cioè mantenere stabili due parametri fondamentali - **tensione e frequenza**. Sono loro che permettono all’elettricità di fluire in modo sicuro e prevedibile dal luogo di produzione fino alla presa di casa.

Mantenimento della tensione: la “spinta” che fa scorrere la corrente

Come visto sopra, la corrente per fluire ha bisogno di tensione. La **tensione** è la **differenza di potenziale** tra due punti della rete: è la “spinta” che muove gli elettroni, proprio come la **pressione dell’acqua in un tubo** fa scorrere l’acqua. Maggiore è la differenza di potenziale, maggiore è la tensione e più facilmente la corrente può viaggiare anche su lunghe distanze.

Perché l’elettricità arrivi dal luogo di produzione fino a quello di consumo, ogni tratto della rete deve mantenere una tensione sufficiente a far circolare la corrente richiesta. Per questo i gestori di rete controllano in ogni momento che la “spinta” sia quella giusta, né troppo alta, né troppo bassa.

- Come si mantiene la tensione?

Proprio come si regola la pressione dell’acqua con valvole e pompe, i gestori usano trasformatori e dispositivi che aggiungono o assorbono **potenza reattiva**, necessaria per sostenere i campi elettrici e magnetici nella rete e mantenere la tensione stabile, ma che non svolge un lavoro utile, a differenza della potenza attiva [8].

Mantenimento della frequenza: il ritmo della rete

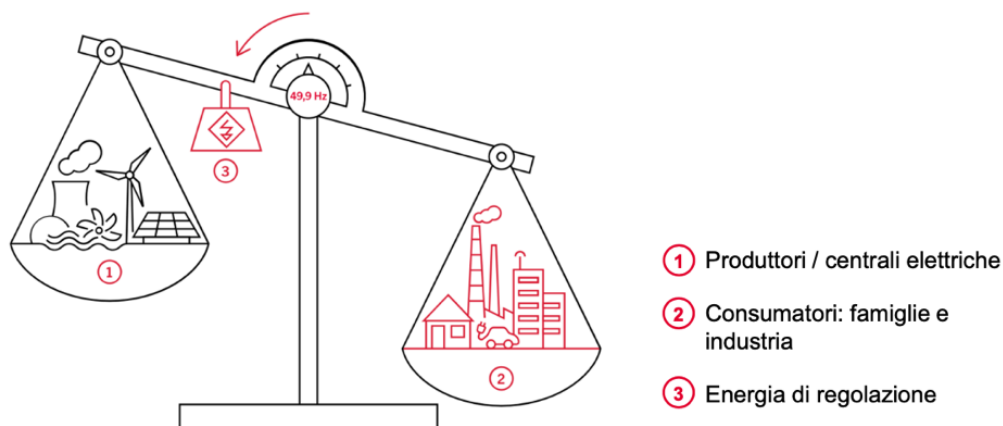
Un altro parametro essenziale è la **frequenza**, che riguarda direttamente la natura della **corrente alternata**. Nelle nostre reti, la corrente non scorre sempre nello stesso verso: gli elettroni **invertono periodicamente direzione**.

Il ritmo con cui lo fanno è la frequenza, misurata in hertz (Hz). In Svizzera e in Europa questo ritmo deve essere sempre di **50 Hz**, cioè 50 oscillazioni al secondo.

La frequenza è determinata dalla velocità di rotazione delle grandi macchine che producono corrente (turbine e generatori). Se aumenta il consumo - ad esempio molte persone accendono la luce nello stesso momento - il generatore viene “frenato” e la frequenza tende a scendere; in caso contrario la frequenza tende a salire.

- Come si mantiene la frequenza?

È come tenere il tempo in un’orchestra: quando il ritmo rallenta, i gestori chiedono a certe centrali di immettere più energia; quando accelera, chiedono di ridurre la produzione. Questa energia “pronta all’uso” è chiamata **energia di regolazione** [9].



Swissgrid SA. Mercato dell'energia di regolazione. Utilizzo dell'energia di regolazione per una rete stabile in Svizzera e in Europa [9].

Tensione e frequenza sono collegate

Sebbene tensione e frequenza siano due proprietà diverse dell’elettricità, nella pratica della rete sono profondamente collegate. Una caduta della frequenza può influenzare la tensione e viceversa, perché entrambe dipendono dall’equilibrio tra **quanta energia viene immessa** e **quanta ne viene prelevata**. Per questo i gestori della rete monitorano questi parametri 24 ore su 24, per mantenere il sistema stabile e sicuro.

In sintesi:

Proprietà	Tensione (V)	Frequenza (Hz)
Che cos'è?	Differenza fra il potenziale elettrico in un punto e quello in un altro punto, può essere visualizzata come una forza che spinge la corrente (maggiore è la tensione, maggiore quindi potrà essere la corrente)	Numero di oscillazioni complete che la corrente compie in un secondo.
Unità di Misura	Volt (V)	Hertz (Hz)
A cosa serve?	Determina la quantità di energia trasportata e su quale distanza	Mantiene sincronizzato l'intero sistema elettrico
Valori in Svizzera	Da trasmissione (rete nazionale) 380 kV, 220 kV, ecc. Fino a uso domestico 230 V	50 Hz

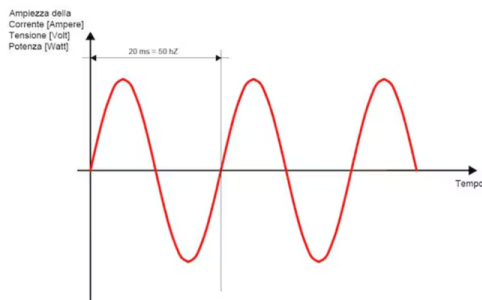
Swissgrid Sa. Stabilità della rete Equilibrio tra produzione e consumo

CURIOSITÀ

Differenza fra corrente continua e corrente alternata

Caratteristiche	Corrente Alternata:	Corrente Continua:
Direzione	Variabile, cambia periodicamente	Fissa, sempre nello stesso verso
Esempio d'uso	Rete elettrica domestica, elettrodomestici	Batterie, pannelli solari, elettronica
Trasmissione	Efficiente su lunghe distanze	Meno efficiente su lunghe distanze
Esempio grafico	L'intensità della corrente sale e scende periodicamente e cambia direzione formando un'onda sinusoidale	La corrente scorre in un solo verso e ha intensità costante La forma è una linea retta

Dunque, ad oggi nelle case e nelle città, **si usa la corrente alternata**, che ha una **frequenza di 50 hertz (Hz)** perché: è **più facile da trasportare** su lunghe distanze (si può aumentare o ridurre la tensione con un trasformatore); è **più economica e sicura** per la distribuzione dell'energia elettrica, per questi usi.



Andamento della corrente alternata allo scorrere del tempo.



Andamento della corrente continua allo scorrere del tempo.

Geopop Andamento della corrente alternata e continua [10].

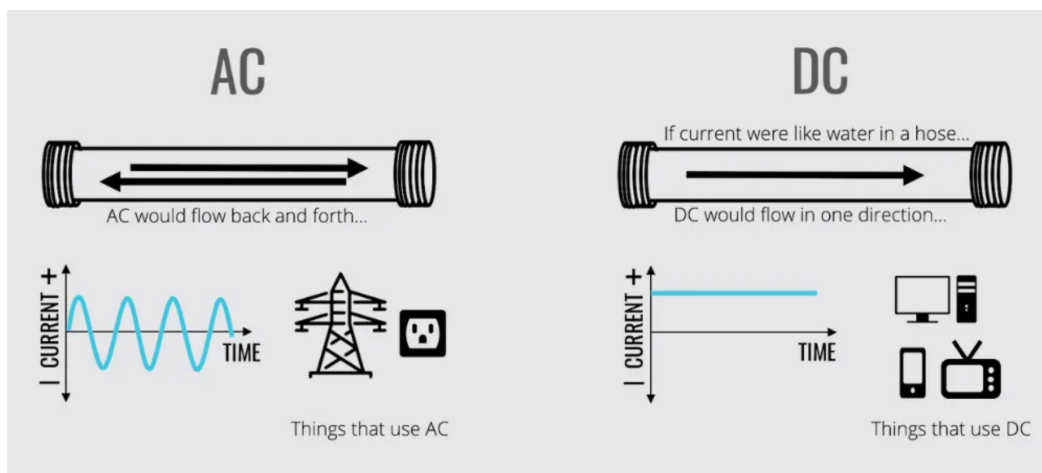


Immagine modificata da Joeyoung - Autore Caroline - CORRENTE ALTERNATA AC VS CORRENTE CONTINUA DC [11].

La differenza tra corrente continua ed alternata in soli 3 minuti. AC/DC. Edison vs Tesla

4. La rete elettrica in Svizzera

La rete elettrica svizzera si estende per circa **214'000 km**: una distanza così lunga che, se potessimo disporre tutte le linee una dopo l'altra, la loro lunghezza basterebbe per **avvolgere la Terra cinque volte** [1].

Questa cifra comprende **tutti i livelli di rete**, dalle linee ad altissima tensione, fino alla bassa tensione che raggiunge direttamente gli utenti finali come case, uffici e negozi.

Di questi 214'000 km, **circa il 3%** (6'700 km) è **gestito da Swissgrid**. Essendo la Svizzera centrale rispetto all'Europa, questa percentuale è però particolarmente strategica. Infatti, le linee ad **altissima tensione (380 kV e 220 kV)**, quelle che trasportano grandi quantità di energia, collegano le principali centrali del Paese e connettono la Svizzera ai Paesi confinanti. Il restante 97% appartiene invece alle reti regionali e locali a media e bassa tensione, gestite da aziende elettriche cantonali e comunali. È grazie a loro che l'elettricità, dopo aver viaggiato sulle "autostrade" dell'energia, raggiunge finalmente i consumatori finali.

L'autostrada dell'elettricità: la rete di trasmissione Swissgrid

Con i suoi **6'700 km**, la rete di trasmissione di Swissgrid rappresenta la **colonna portante dell'approvvigionamento elettrico svizzero**. Swissgrid non solo gestisce queste linee, ma si occupa anche di **manutenerele, modernizzarle e svilupparle**, collaborando con partner nazionali ed esteri per garantire la circolazione sicura dell'energia.

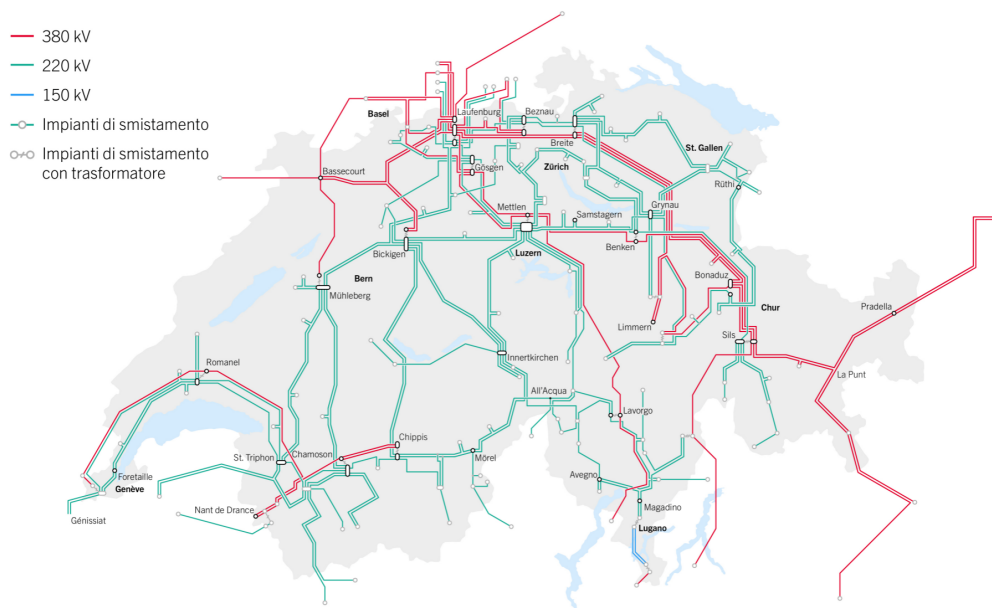
CURIOSITÀ

La rete di trasmissione in Svizzera in breve [1]

- **380** chilovolt e **220** chilovolt di tensione
- **6'700** chilometri di lunghezza
- **12'000** tralicci
- **147** sottostazioni
- **41** collegamenti transfrontalieri
- **Investimenti** in programma per **CHF 5,5 miliardi**

Swissgrid Sa. Per il futuro del settore elettrico in Svizzera

RSI Il giardino di Albert. Swissgrid



Swissgrid SA. Modificata da Rete svizzera di trasmissione [2].

Piccole strade locali: i distributori regionali

Dopo aver percorso le linee ad altissima tensione, l'elettricità prosegue il suo viaggio sulle reti regionali e locali di media e bassa tensione, che la portano fino alle prese di corrente nelle nostre case.

A questo livello operano oltre **600 aziende elettriche** (comunali, cantonali o private), che trasformano la tensione e distribuiscono l'energia direttamente ai clienti finali [Kit 6].

Esempi di principali **operatori regionali svizzeri** sono:

- **CKW (Centralschweizerische Kraftwerke AG)** - Svizzera centrale;
- **BKW Energie AG** - Berna e regioni limitrofe;
- **AXPO AG** - Svizzera nord-orientale;
- **Romande Énergie** - Svizzera romanda;
- **Groupe E, Energie Thun, EBL, SIG**, ed altri.

In **Ticino** ci sono diverse Aziende che si occupano di distribuire l'energia elettrica alle cittadine e ai cittadini.

In Ticino l'**Azienda Elettrica Ticinese (AET)**, oltre a produrre e acquistare grandi quantità di energia da rivendere ai distributori, rifornisce direttamente anche alcuni grandi consumatori, gestendo le linee elettriche che li collegano alla rete [Kit 6].

Fra i distributori presenti in Ticino menzioniamo ad esempio: **AIL** (Aziende Industriali Lugano) che serve prevalentemente l'area del Luganese e la **SES** (Società Elettrica Sopracenerina) che fornisce energia a gran parte del Sopraceneri. [Kit 6].

La sfida dell'elettrificazione:

l'“Accelerazione della rete” per renderla a prova di futuro (e relativo disegno di legge).

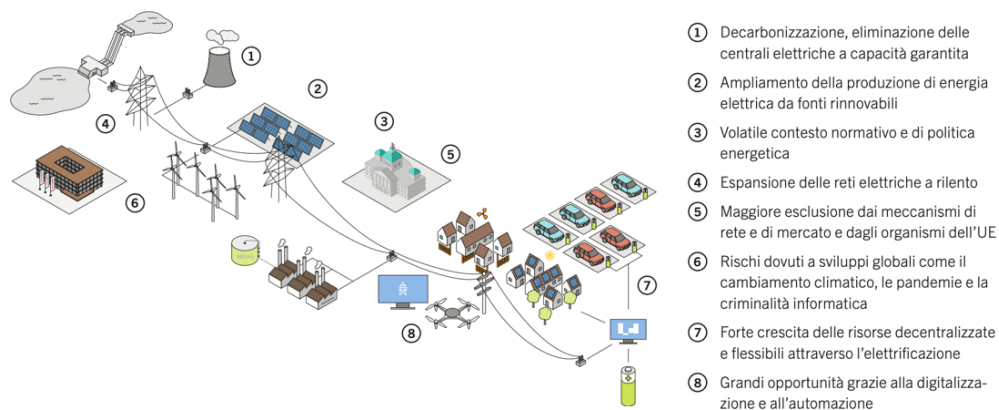
Per rendere la rete elettrica adatta alla transizione energetica e garantire, anche in futuro, un sistema di trasmissione efficiente, moderno e affidabile, il Consiglio federale ha presentato al Parlamento, il 21 maggio 2025, il progetto di legge “**Accelerazione della rete**”, che propone una revisione della legge sugli impianti elettrici. Swissgrid considera questo progetto una **base essenziale per un futuro energetico sicuro**, ritenendolo fondamentale affinché la rete possa tenere il passo con l'espansione della produzione da fonti rinnovabili [12].

La **rete elettrica svizzera sta attraversando una fase di profonda trasformazione**. La produzione diventa sempre più variabile a causa dell'aumento di impianti decentralizzati e della crescita delle energie rinnovabili. Allo stesso tempo, tecnologie come batterie e centrali ad accumulazione con pompaggio, offrono nuove possibilità di stoccaggio. A questo quadro si aggiungono consumatori, come veicoli elettrici, pompe di calore e centri di calcolo.

Tutti questi elementi impongono **nuovi requisiti alla rete elettrica**, rendendo più complessa la gestione quotidiana e aumentando le sfide per garantire un funzionamento sicuro e stabile. Inoltre, nei prossimi decenni molte linee della rete di trasmissione raggiungeranno la fine del loro ciclo di vita e dovranno essere sostituite.

Per rispondere a queste esigenze, la rete di trasmissione deve essere sviluppata con una visione di lungo termine. A questo scopo Swissgrid elabora regolarmente una pianificazione pluriennale: **la "Rete strategica"**, che individua priorità, interventi necessari e linee di sviluppo future. La transizione energetica, insieme all'introduzione di tecnologie intelligenti e ai cambiamenti politici ed economici, rende questo lavoro sempre più complesso.

In qualità di Società nazionale di rete, Swissgrid rappresenta l'anello di collegamento tra produzione e consumo di elettricità, e continuerà a svolgere un ruolo centrale nel sistema energetico svizzero, oggi e negli anni a venire [6].



Swissgrid SA. La rete del futuro [6].

CURIOSITÀ

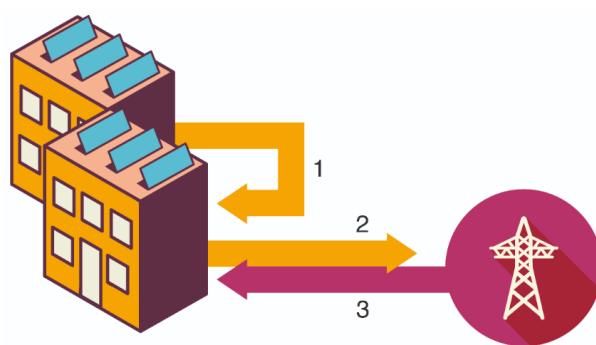
“La Rete strategica”

“La Rete strategica” delinea il processo coordinato per lo sviluppo sul lungo termine della rete di trasmissione svizzera. Descrive e giustifica i requisiti di sviluppo della rete determinati per uno specifico anno target. Con “la Rete strategica 2040”, è la terza volta che si svolge questo processo. Per la prima volta, si fonda sulla base giuridica elaborata nell’ambito della «Strategia Reti elettriche». Conformemente a questa base, l’aggiornamento di questa pianificazione pluriennale per la pianificazione della rete sul lungo termine, deve essere ripetuto ogni quattro anni, su base comparabile [13].

5. Consumatori o produttori? - Fotovoltaico e co-produzione

La trasformazione del sistema energetico, caratterizzata da una crescita delle fonti rinnovabili e da una produzione sempre più distribuita sul territorio, sta cambiando anche il ruolo dei cittadini. Non sono più soltanto consumatori finali, ma diventano progressivamente “**prosumer**”, ossia produttori e consumatori allo stesso tempo, grazie soprattutto alla diffusione del fotovoltaico sugli edifici.

Questa evoluzione richiede una rete elettrica capace di gestire flussi bidirezionali, adattarsi a una produzione variabile e integrare nuovi modelli di partecipazione locale. In questo contesto si inseriscono i **Raggruppamenti ai fini del Consumo Proprio (RCP)**, gli **RCP virtuali** e le future **Comunità Elettriche Locali (CLE)**: strumenti che permettono di utilizzare e condividere l'energia prodotta localmente, riducendo il carico sulla rete, aumentando l'autoconsumo e favorendo un sistema più flessibile e resiliente [14]. Si tratta di modelli che rispondono a una tendenza globale: rendere la rete elettrica non solo più moderna ed efficiente, ma anche più partecipata, sostenibile e orientata alla produzione locale di energia.



- 1: CONSUMO PROPRIO
- 2: IMMISSIONE IN RETE
- 3: PRELIEVO DALLA RETE

Energie Zukunft Schweiz - <https://energiezukunftschweiz.ch/de/start.php> - Swissolar - RPC
Raggruppamenti ai fini del Consumo Proprio [15]

RCP fisico: condivisione tramite un unico contatore

Nel **RCP fisico**, tutti i partecipanti vengono considerati come un unico grande consumatore: c'è un solo contatore verso la rete, e l'energia solare prodotta viene distribuita tramite cavi privati.

Funziona bene in condomini o gruppi di edifici vicini, dove è possibile installare questa piccola rete interna. Chi produce vende l'energia ai vicini a un prezzo migliore, e chi consuma la paga meno del solito.

RCP virtuale: condivisione senza cavi aggiuntivi

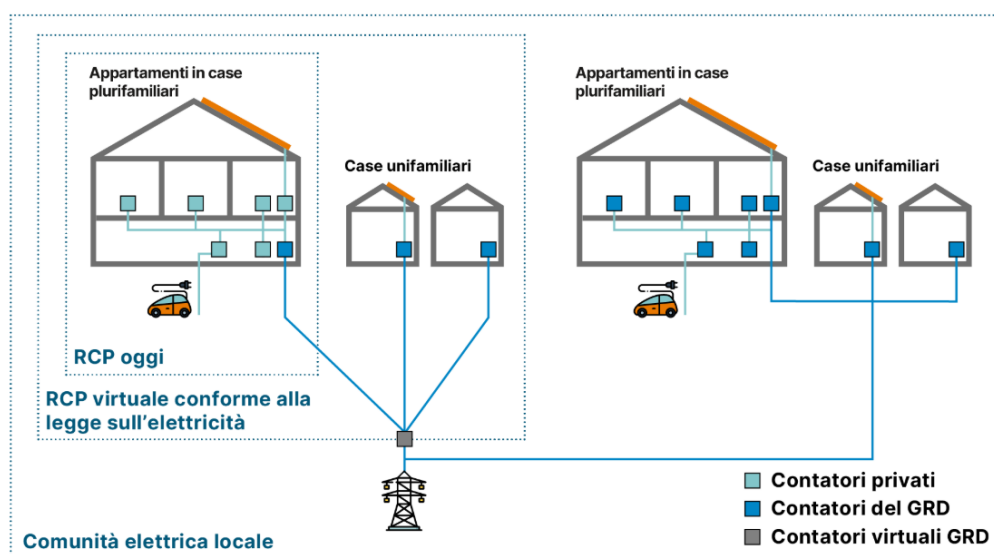
Dal 2025 esiste l'**RCP virtuale**, che permette di condividere l'energia **senza costruire nuove linee**. Ognuno mantiene il proprio contatore, ma il gestore di rete crea un "contatore virtuale" che somma produzione e consumi del gruppo. Serve solo avere "contatori intelligenti", e i partecipanti devono essere collegati alla stessa linea locale del distributore (lo stesso "armadietto"). È un modo semplice e immediato per condividere l'energia nel quartiere.

CLE: una comunità che produce, scambia e gestisce energia

Le **Comunità Energetiche Locali (CLE)** sono gruppi più ampi di cittadini, aziende o enti pubblici che collaborano per **produrre, condividere e gestire energia rinnovabile** sul territorio.

Rispetto agli RCP, le CLE sono più flessibili: possono includere più attori, più impianti e forme di collaborazione più estese. L'obiettivo è far sì che l'energia rinnovabile resti il più possibile **vicina**, riducendo i costi, aumentando l'autonomia locale e rendendo tutti protagonisti della transizione energetica [16].

Per più info: [\[Kit 6 - Capitolo 6\]](#).



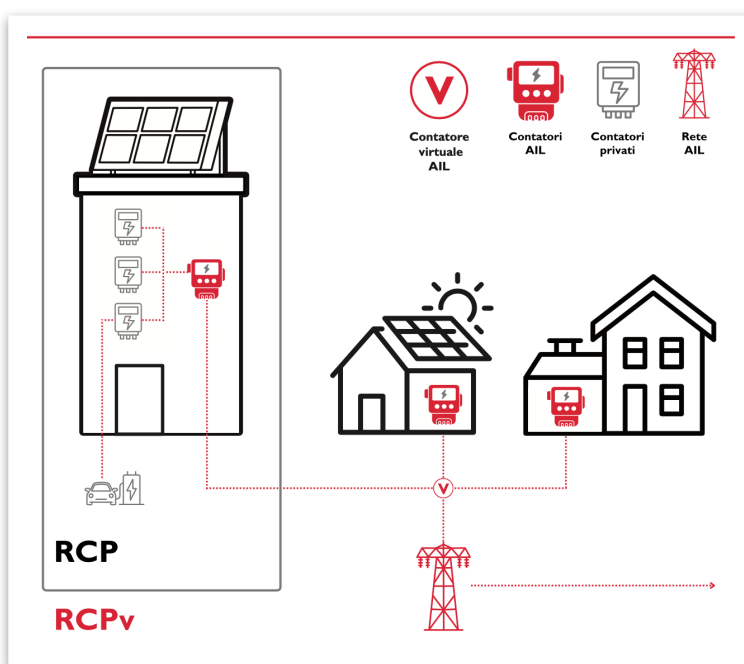
LEG und ZEV (It) | © energie-experten.ch / Grafica: Faktor Journalisten

ENERGIE EXPERTEN - © energie-experten.ch - Graphic: Faktor Journalisten - Swissolar - RCP, consumo Proprio. Cosa cambia con la legge sull'elettricità? [15]

INNOVAZIONE

Smart Community di AIL

La **Smart Community** ad esempio, della Azienda AIL, può offrire una soluzione innovativa per condividere energia rinnovabile con i vicini di casa. Unendosi a una rete locale di persone che scelgono di produrre e condividere energia solare con un impianto fotovoltaico, per ridurre i costi, tutelare l'ambiente e rendere le comunità più forti e unite" [17].



AIL SA - Comunità solari [17].

6. Reti elettriche e digitalizzazione

Come trasportare la corrente ad alta tensione senza perdite e in modo affidabile, efficiente e rispettoso del paesaggio e dell'ambiente? Per garantire che la rete di trasmissione soddisfi i requisiti del futuro, i gestori di rete utilizzano tecnologie collaudate e monitorano costantemente innovazioni e progetti pilota.

Smart grid e reti intelligenti

Negli ultimi decenni, la produzione di energia elettrica non è più concentrata solo nelle grandi centrali e sempre più privati installano impianti fotovoltaici sui tetti e si assiste all'avvento delle centrali eoliche e dei parchi solari alpini. L'energia prodotta da questi impianti è **aleatoria e frammentata**, cioè varia durante il giorno e non sempre coincide con i momenti di consumo, rendendo più complessa l'integrazione in rete. Si tratta di una svolta epocale per tutto il sistema elettrico, dalla produzione al trasporto di elettricità.

Per gestire questa situazione, le reti elettriche vengono **potenziate e digitalizzate**, trasformandosi in **smart grid** o reti intelligenti. Queste reti utilizzano **sensori, contatori intelligenti e software**, per monitorare produzione e consumo in tempo reale. Così, l'elettricità può essere **instradata dove serve**, riducendo perdite, costi e sprechi, e mantenendo la rete stabile e affidabile.

Come funzionano in pratica

Le smart grid permettono ai gestori di rete di adattare continuamente il flusso di elettricità: per esempio, possono **deviare energia in eccesso dai pannelli fotovoltaici verso batterie di accumulo o verso vicini che ne hanno bisogno**, oppure **regolare automaticamente la produzione dei generatori** per evitare sovraccarichi. In questo modo, è possibile integrare più facilmente le energie rinnovabili, ridurre la necessità di costruire nuove linee costose e rendere la rete più resiliente e pronta per il futuro.

In breve, le smart grid trasformano la rete elettrica in un sistema **più intelligente, flessibile e digitale**, capace di adattarsi alle nuove sfide della produzione distribuita e delle energie rinnovabili variabili.

RICERCA E SVILUPPO

Per preparare la rete di trasmissione al futuro, è necessaria un'intensa attività di ricerca e sviluppo. In collaborazione con istituti universitari, Swissgrid sviluppa nuove tecnologie e nuovi metodi necessari a un trasporto dell'energia efficiente e sicuro, e sostiene progetti di ricerca, lavori di diploma e offre degli stage.

I loro temi di ricerca sono:

- **Automatizzazione e digitalizzazione nell'esercizio di sistema e nella gestione** degli impianti (Asset Management)
- **Nuove tecnologie e nuovi metodi per la trasmissione di energia**
- **Garanzia della stabilità della rete**
- **Incremento dell'accettazione per progetti di rete** (modernizzazione e potenziamento)[18].

Ecco alcuni esempi di ricerca e sviluppo:

- Il progetto **Pylonian**, con il quale vengono monitorati i tralicci 24 ore su 24 mediante sensori IoT, che sono componenti hardware, che riconoscono i cambiamenti nel loro ambiente e raccolgono i dati corrispondenti, per l'intero ciclo di vita, al fine di valutare in modo continuo lo stato delle strutture, individuare tempestivamente anomalie o per poter misurare costantemente variazioni di influenze ambientali-potenzialmente pericolose, o danni e ottimizzare la manutenzione predittiva.
- Il progetto **Dynamic Line Rating**. Con questo progetto si sta testando l'uso di dati di misurazione in tempo reale e di previsioni meteorologiche microclimatiche, per modellare meglio la relazione tra condizioni meteorologiche, temperatura del conduttore e intensità di corrente. Infatti, la temperatura massima dei conduttori determina quanta corrente può scorrere su una linea senza danneggiarla o causare un'eccessiva flessione e, nel peggiore dei casi, portare al contatto con il suolo o gli alberi. Questo permette un utilizzo più efficiente dell'infrastruttura di rete.

- Un altro esempio concreto di ricerca è il progetto **Tool Pathfinder**, sviluppato in collaborazione con il Politecnico federale di Zurigo, per individuare un programma in grado di calcolare il percorso ottimale per predisporre una linea elettrica [19].
- **Infine, l'utilizzo di droni negli interventi di manutenzione.** In alcuni casi sulle superfici interne dei tubi che compongono le strutture portanti, si sviluppa corrosione. La vernice anticorrosione applicata su queste superfici impedisce però che se ne rilevi la presenza in occasione dei controlli visivi. Le prove che vengono fatte nell'ambito di questo progetto sono finalizzate a verificare, se ci sia la possibilità di rilevare la corrosione, applicando una procedura automatizzata che prevede l'utilizzo di droni. Questa procedura aumenta inoltre la sicurezza. Non c'è bisogno che le linee vengano disattivate e nessun montatore è più costretto a salire a 50 metri di altezza per poter ispezionare gli impianti [20].

INNOVAZIONE

Swissgrid: Priorità alla modernizzazione e all'innovazione.

Progressi nella modernizzazione dell'infrastruttura di rete. Lancio della Rete Strategica 2040. Swissgrid affronta la trasformazione del sistema elettrico con soluzioni innovative. La trasformazione del sistema elettrico, guidata dalla decarbonizzazione, dalla decentralizzazione e dalla digitalizzazione, pone nuove sfide per la gestione della rete. Swissgrid sta costruendo la rete del futuro, modernizzando l'infrastruttura e lanciando soluzioni innovative [21].

Un esempio: Quale membro di un consorzio internazionale, Swissgrid lancia la **Crowd Balancing Platform (Piattaforma di bilanciamento della domanda) - Equigy**, è una iniziativa no profit, di TSOs Europei (Transmission System Operators). Una piattaforma di bilanciamento che rappresenta un ulteriore passo verso lo sviluppo di prodotti di energia di regolazione, **per la stabilità della rete**. Il consorzio realizza un accesso al mercato dell'energia di regolazione che sia europeo, standardizzato e aperto per i produttori di veicoli elettrici e altre tecnologie di stoccaggio.

Per attuare con successo la Strategia energetica 2050 servono innovazioni come la Crowd Balancing Platform - Equigy.

L'approccio si è rivelato valido in altri Paesi: in Svizzera gli interessati hanno ora la possibilità di partecipare al progetto pilota [22].

Swissgrid SA Crowd balancing platform «Equigy». How it works

TenneT, Swissgrid, Terna, TransnetBW e APG, alcuni dei maggiori gestori di sistemi di trasmissione (TSO) europei, stanno collaborando al progetto Equigy, la piattaforma di bilanciamento collettivo che integrerà risorse piccole e distribuite nel processo di bilanciamento della rete elettrica [23].

Equigy ONE COMMON Front Door

In futuro la produzione di energia elettrica, in ragione dell'aumento delle fonti rinnovabili come l'energia solare ed eolica, diventerà meno flessibile e più difficile da prevedere. Questo sviluppo pone notevoli sfide ai gestori di rete di trasmissione, che devono garantire l'equilibrio tra produzione e consumo.

Con la crowd balancing platform «Equigy» Swissgrid ha lanciato un progetto pilota in Svizzera che punta all'utilizzo di tecnologie di stoccaggio nel settore dell'energia di regolazione primaria. Il progetto persegue l'obiettivo di compensare le oscillazioni sul breve termine nella rete di trasmissione, con il supporto di piccole fonti energetiche decentralizzate, come impianti di stoccaggio, auto elettriche, batterie o pompe di calore.

7. Reti elettriche e tutela ambientale

Le reti elettriche, pur essendo infrastrutture essenziali per la nostra società, possono avere alcuni impatti sull'ambiente e sul territorio. Tra i principali aspetti da considerare ci sono:

- **le emissioni elettromagnetiche**, generate dai campi elettrici e magnetici prodotti dalle linee ad alta tensione;
- **il rumore**, soprattutto dovuto all' "effetto corona" che può manifestarsi quando l'umidità dell'aria è elevata;
- **l'integrazione nel paesaggio**, dato che linee e tralicci possono modificare la percezione del territorio;
- **gli impatti sugli ecosistemi**, legati per esempio al disboscamento necessario lungo i corridoi delle linee, alla gestione della vegetazione e a potenziali collisioni di uccelli contro i cavi.

Per questo la Svizzera applica regole particolarmente severe per bilanciare sicurezza dell'approvvigionamento e tutela ambientale.

Emissioni elettromagnetiche e rumore

In Svizzera, la compatibilità tra infrastrutture elettriche e tutela ambientale è regolata in modo dettagliato a livello federale, nell'ambito della **Strategia Reti Elettriche dell'Ufficio federale dell'energia (UFE)**.

Esistono **valori limite** chiari da rispettare sia per le radiazioni elettromagnetiche sia per le emissioni sonore. Gli impianti devono essere progettati e gestiti in modo da non superare tali limiti, garantendo così un elevato livello di protezione della popolazione.

Inoltre, per tutelare il paesaggio la direttiva federale richiede "**la maggior tutela possibile**". Le aree protette di rilevanza nazionale possono essere interessate da nuove infrastrutture elettriche, solo quando **non esistono alternative praticabili**. È inoltre necessario considerare accuratamente biotopi delicati, zone umide, riserve per uccelli migratori e corsi d'acqua.

Un esempio concreto di come tecnologia e natura possano coesistere, e si possa ridurre l'impatto ambientale nelle infrastrutture elettriche, è la trasformazione della **sottostazione di Mühleberg (BE)**: gli impianti di smistamento aerei sono stati **sostituiti da un impianto isolato a gas (GIS)**. Questo ha permesso di **rinaturalizzare un'area pari a quattro campi da calcio**, creando nuovi habitat per la fauna e la flora locali [24].

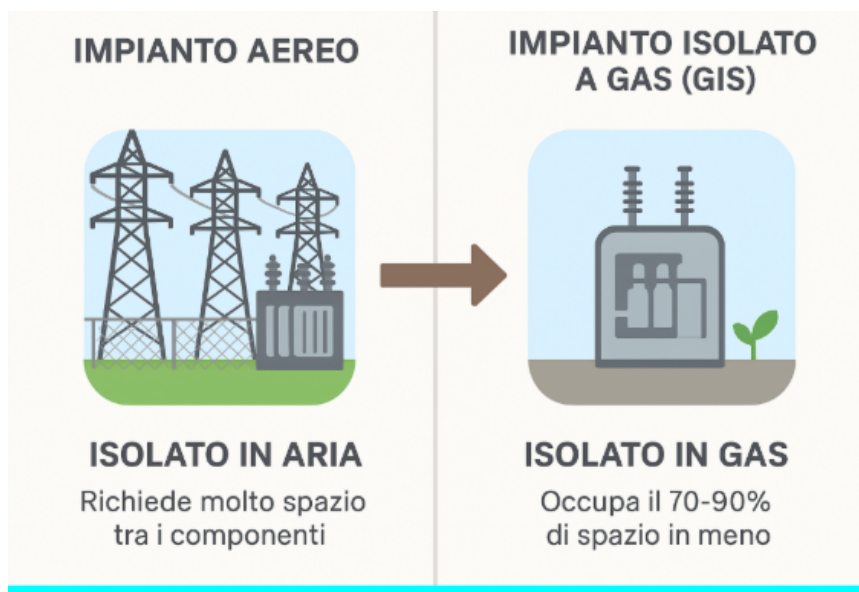


Swissgrid SA. Sinergie tra la costruzione di impianti e l'ambiente: la storia di successo della sottostazione di Mühleberg [24].

INNOVAZIONE

Impianto isolato a gas (GIS - Gas Insulated Substation)

È una sottostazione elettrica in cui le **parti ad alta tensione** (sbarre, interruttori, sezionatori, trasformatori di misura), sono **completamente chiuse in moduli metallici sigillati e isolate tramite gas** ad altissima capacità dielettrica, ciò significa che sono in grado di resistere a un campo elettrico intenso senza subire rotture. Solitamente viene usato SF₆ (esafluoruro di zolfo) o gas alternativi a minore impatto climatico.



Protezione del paesaggio (reti aeree e reti interrate)

La costruzione e la manutenzione delle linee di trasmissione possono influire sulla biodiversità, motivo per cui i progetti devono rispettare i severi requisiti della **Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio**. L'obiettivo è il "**bilancio zero**": dopo ogni intervento, il valore naturale dell'area deve rimanere invariato.

Per raggiungere questo obiettivo, i gestori di rete applicano il principio:

prevenire → proteggere → ripristinare → sostituire.

Attraverso sistemi di gestione ambientale (HSE - Health, Safety & Environment) vengono valutati e minimizzati i rischi legati a:

- disboscamenti lungo i corridoi delle linee,
- gestione regolare della vegetazione,
- posa e manutenzione di tralicci o cavi interrati,
- rischio di collisione degli uccelli, soprattutto nelle aree di migrazione.

Per ridurre questi impatti vengono adottate misure come: marcatori visivi sui cavi per proteggere gli uccelli, passaggi faunistici, gestione mirata delle aree verdi per favorire la biodiversità [25].

8. Formazione e Professioni

L'apprendistato che cambia: le professioni che tengono in piedi la rete.

La rete elettrica non funziona da sola: per rimanere stabile, sicura e affidabile, ha bisogno di persone qualificate che la costruiscono, la mantengono, la riparano e la sviluppano ogni giorno. Dalla posa dei cavi alla gestione delle sottostazioni, dall'installazione dei piloni alla manutenzione delle linee, un'intera filiera professionale lavora "dietro le quinte" per far sì che l'energia arrivi senza interruzioni nelle case, nelle scuole, nelle aziende e alimenti alcuni trasporti pubblici.

Negli ultimi anni, la **formazione professionale di base**, ha assunto un ruolo sempre più centrale in questo settore. **Anche ESI (Elettricità Svizzera Italiana)** e le aziende elettriche associate, hanno investito nella qualità dell'apprendistato, soprattutto dopo la riforma del tirocinio entrata in vigore nel 2023, che punta a un insegnamento più applicato e a una forte interconnessione tra azienda formatrice, scuola professionale e corsi interaziendali.

Elettricista per reti di distribuzione: la figura chiave

Tra le professioni fondamentali per garantire il buon funzionamento della rete c'è l'**Elettricista per reti di distribuzione AFC (Attestato Federale di Capacità)**.

Questi professionisti si assicurano che la corrente e i segnali di telecomunicazione erogati dalle centrali elettriche, dai server e dalle centrali telefoniche arrivino ovunque servano: abitazioni, uffici, industrie, reti di trasporti pubblici.

Il loro lavoro comprende, tra l'altro:

- posare nel suolo i cavi dell'alta tensione e della fibra ottica,
- installare piloni e montare linee aeree,
- realizzare e mantenere stazioni di trasformazione che portano l'energia da alta/media a bassa tensione,
- garantire che la distribuzione dell'elettricità avvenga in modo sicuro e continuo [26].

La descrizione completa della professione si trova anche su orientamento.ch.

Come si diventa elettricista per reti di distribuzione AFC?

E dopo il tirocinio? Le possibilità di crescita

La formazione non si ferma con l'AFC. Come indicato nelle monografie professionali su orientamento.ch, nel capitolo Perfezionamento si possono trovare diverse strade per sviluppare la propria carriera.

Nel caso degli elettricisti per reti di distribuzione, le possibilità comprendono:

- **Formazione continua** con corsi promossi da associazioni e istituti specializzati;
- **Esami professionali** per ottenere attestati come l'APF (Attestato Professionale Federale) o l'EPS (Esame Professionale Superiore);
- **Scuole Specializzate Superiori (SSS);**
- **Scuole Universitarie Professionali (SUP)** con percorsi tecnici orientati all'energia e all'elettricità.

Si tratta di un settore dinamico, che offre molte opportunità per chi desidera sviluppare competenze tecniche avanzate e assumere ruoli sempre più specializzati.

Per saperne di più

- **ESI - Formazione**

Corsi e materiali di approfondimento:

<https://elettricit.ch/formazione/>

- **Orientamento.ch - Professioni e percorsi formativi**

Informazioni dettagliate sulle professioni del settore elettrico:

www.orientamento.ch

- **AES - Associazione delle aziende elettriche svizzere**

<https://www.strom.ch>

- **AILC - Associazione imprese di costruzione linee aeree e cavi**

<https://www.vffk.ch>

Fonti:

[1] Swissgrid SA. Livelli di rete

<https://www.swissgrid.ch/it/home/operation/power-grid/grid-levels.html>

[2] Swissgrid SA. Rete svizzera di trasmissione.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/operation/power-grid/swiss-power-grid.html>

[3] Ufficio federale dell'energia (BFE)- Reti elettriche - Elemento di congiunzione tra produttori e consumatori.

https://www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvigionamento/approvigionamento-elettrico/reti-elettriche.html?utm_source=chatgpt.com

[4] Swissgrid SA. Tecnologie di rete Sottostazioni e trasformatori - Trasformatore

<https://www.swissgrid.ch/it/home/operation/power-grid/technologies.html>

[5] Swissgrid SA. Sviluppo della rete

<https://www.swissgrid.ch/it/home/projects/future-grid/grid-development.html>

[6] Swissgrid SA. Tecnologie nella rete ad altissima tensione in Svizzera.

PDF 18.03.2025 overhead-line-underground-cabling Swissgrid-it.pdf

[7] Associazione Svizzera degli Elettricisti (AES) Notizie sull'elettricità Comunicato stampa CEATE-N 21.10.2025.

<https://www.strom.ch/it/notizie-e-media/notizie-e-comunicati-stampa-aes>

[8] Swissgrid SA, Da dove arriva la corrente elettrica?,

PDF 2024. swissgrid-magazin-2024-it

[9] Swissgrid SA, Mercato dell'energia di regolazione.

PDF 2020). control-energy-market-it (5).pdf

[10] (Geopop La differenza tra corrente alternata e corrente continua spiegata in modo semplice

<https://www.geopop.it/la-differenza-tra-corrente-continua-e-corrente-alternata-spiegata-in-modo-semplice/>

[11] JOEYOUNG Alimentazione in c.a. e in c.c: Guida per principianti.

<https://www.solarinvertermanufacturers.com/it/ac-vs-dc/>

[12] Swissgrid SA. 21 maggio 2025 | Comunicato stampa «Accelerazione della rete»

https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/newsfeed/20250521-01.html?utm_source=chatgpt.com

[13] Swissgrid SA. Sviluppo della rete. Sviluppo della rete in Svizzera

<https://www.swissgrid.ch/it/home/projects/future-grid/grid-development.html#sviluppo-della-rete>

[14] Elettricità locale. La piattaforma informativa per l'elettricità prodotta localmente.

<https://www.lokalerstrom.ch/it>

[15] Swissolar. RPC, consumo proprio. Cosa cambia con la legge sull'elettricità?

<https://www.swissolar.ch/it/know-how/reddittivita/rcp-consumo-proprio>

[16] Elettricità locale. CLE-Comunità locali di energia elettrica.

<https://www.lokalerstrom.ch/it/modelli-operativi/cle>

[17] AIL. Smart Community AIL. Come funziona.

<https://www.ail.ch/privati/elettricit/prodotti/comunita-solari.html>

[18] Swissgrid SA. Ricerca e Sviluppo

<https://www.swissgrid.ch/it/home/about-us/research-development.html>.

[19] Swissgrid SA. Pionieri alla ricerca del Santo Graal, 30 Luglio 2024.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/blog/2024/pionieri-alla-ricerca-del-santo-graal.html>

[20] Swissgrid SA. External Communications.

[21] Swissgrid SA. Comunicato stampa 14/10/2025.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/newsfeed/20251014-01.html>

[22] Swissgrid SA. Equigy Crowd Balancing Platform.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/dossiers/crowd-balancing-platform.html>

[23] Equigy. National TSOs

<https://equigy.com/contact/>

[24] Swissgrid SA. Sottostazioni e trasformatori. Sottostazioni e ambiente.

PDF <https://www.swissgrid.ch>

Silvia Zuber - Sinergie tra la costruzione di impianti e l'ambiente: la storia di successo della sottostazione di Mühleberg. Pag. 3.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/blog/2020/il-giusto-connubio-fra-tecnologia-e-natura.html>

[25] Swissgrid SA. Sostenibilità e biodiversità. Misure per la tutela della biodiversità.

<https://www.swissgrid.ch/it/home/newsroom/blog/2024/sostenibilita-e-biodiversita.html>

[26] CSFO Edizioni. Elettricista per reti di distribuzione AFC.

<https://shop.sdbb.ch/it-CH/fe3-3020>

Risorse video