

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>In questo mondo di dati</b>	
<b>5G: COM'È FATTO</b>	<b>9</b>
- L'INTERNO DI UN'ANTENNA 5G	
- CONNESSIONE SOTTERRANEA	
<b>Il ruolo della fibra ottica</b>	
<b>INFINITE APPLICAZIONI</b>	<b>19</b>
<b>UNA SOLA ALIMENTAZIONE</b>	
- COS'È UNA SMART-GRID	
- COM'È FATTA	
- I COMPONENTI DELLA SMART-GRID	
- ALCUNE FUNZIONI DI UNA SMART-GRID	
- SMART-GRID ED INTERNET OF THINGS	
- PROGETTI	
- I SEGRETI DI PULCINELLA DELLA RETE ELETTRICA	
<b>Cosa trapela dalla ricerca sulla smart-grid</b>	
<b>CONCLUSIONE</b>	<b>40</b>



# INTRODUZIONE

## In questo mondo di dati

Il sentiero della critica è costellato di dubbi, spesso la via si biforca ponendo chi la percorre di fronte ad una scelta e non sempre le stelle sono ben visibili. La scelta di scrivere questo opuscolo, non è esente da possibili criticità. Ed è nel cercare di affrontare queste criticità che questo scritto ha preso forma così com'è. Ora, se si dovesse prendere in considerazione un interrogativo in grado di portarci il più possibile a sfiorare il nocciolo della questione, quello in grado di rappresentare al meglio tale perplessità potrebbe essere il seguente:

perché tanto tempo ed energie dedicate ad approfondire lo sviluppo e l'applicazione di una singola tecnica, rischiando in questo modo di instaurare una gerarchia fittizia tra le tecniche, quando le une come le altre contribuiscono, anche se in modi differenti, al buon funzionamento del sistema?

Molto si è sentito parlare negli ultimi tempi della rete 5G, tale considerazione non fa testo. L'interesse da cui è scaturito questo scritto però non ha nulla a che vedere con la "popolarità" di tale argomento. Nemmeno gli effetti nefasti di tale tecnica è ciò che si vorrebbe mettere a fuoco. Di certo l'intento non è quello di voler convincere tutti/e a buttarsi a capofitto in una lotta all'ultimo grido contro il nuovo peggior nemico di turno. Questo testo non ha lo scopo di dimostrare quanto lo sviluppo del 5G possa cambiare in peggio il mondo, né di come il suo utilizzo causerà un ulteriore perdita di libertà e un ulteriore depauperamento in ambito ecologico, sociale, intellettuale, emozionale, esistenziale. Fortunatamente già altri approfondimenti pubblicati su svariati giornali, riviste o siti affrontano la questione a mio parere esaurientemente. Ciò che si è cercato di fare qui è soffermarsi su alcuni aspetti che finora nessuno (o quantomeno che io sappia) aveva trattato. Lo scopo di questo scritto è quello di raccogliere e dare organicità ad una serie di informazioni e considerazioni che sono emerse

nell'ispezionare le viscere di questa enorme idra tecnologica, di cui è diventato difficile scorgere l'addome date le innumerevoli teste.

Un contributo di questo scritto potrebbe essere quello di mettere in evidenza alcuni aspetti che potrebbero risultare di interesse per chi questa innovazione già la aborrisce e vorrebbe quindi conoscerla un po' meglio per capire con cosa si stia materialmente confrontando.

Ma resta ancora la perplessità: perché proprio il 5G?

L'entusiasmo nell'approfondire la questione dello sviluppo della rete 5G e di come questa tecnica andrà ad alimentare il progressivo processo di digitalizzazione, è per lo più scaturito da alcune riflessioni relative alle specificità di questa tecnica e in maniera più estesa al settore a cui essa appartiene, ovvero le telecomunicazioni.

Qualcuno già negli anni 80' scriveva:

*"Non siamo più in una società dominata dall'imperativo di produzione, ma dall'emissione, dalla circolazione, dalla ricezione, dall'interpretazione di informazioni: esattamente ciò che permette la costituzione del sistema. Le parti non sono più solo coordinate, né semplicemente connesse le une alle altre. Non sono materialmente unite, ma ciascuna emette e riceve informazioni e il sistema regge grazie alla rete di informazioni incessantemente rinnovate."*<sup>1</sup>

Se l'informazione è il medium tramite cui è possibile il coordinamento delle svariate componenti del sistema tecnico, in un mondo sempre più digitalizzato, questo ruolo viene svolto principalmente da un caratteristico canale, ovvero quello informatico. I dati informatici sono al giorno d'oggi un materiale chiave attraverso cui si configurano nuove applicazioni del potere. Tramite la loro raccolta, in relazione a comportamenti, bisogni, parametri ambientali... l'esistenza nella società diviene sempre più prevedibile e controllabile. Raccolti e classificati in base a certe tipizzazioni, permettono al sistema di adattarsi verso una maggior efficienza e pervasività. Applicati

---

1) J. Ellul (1977), "Il sistema tecnico"

alle procedure tecniche che regolano i *meccanismi* sociali permettono di adattare gli individui a tale paradigma.

In questi tempi in cui il pretesto della "lotta al virus" sembra aver paralizzato l'economia, oltre che ogni forma di socialità, il capitalismo, ma anche lo stato e il sistema tecnico, non stanno attraversando una fase di "debolezza" bensì di cambiamento. Ciò comporta un mutamento dell'organizzazione della società e degli equilibri del dominio.

Chiusi in casa l'esser-ci nella società è divenuto l'esser-ci di una piattaforma web. Così da un momento all'altro ciò che ancora aveva la parvenza di un' utile possibilità è divenuta l'unica dimensione concessa. Scuola, lavoro, consumo, svago, sesso... tutto mediato dai pixel di uno schermo e tra uno schermo e l'altro da quell'ammasso di cavi in fibra ottica in continua posa e da quei piloni metallici che in primavera sembrano spuntare tra i campi come gli asparagi.

Tracciare i movimenti, le abitudini, le attitudini comportamentali, per costruire un profilo della persona, diviene sempre più semplice grazie alla comparazione di una miriade di dati, accumulati da un'enorme quantità di dispositivi connessi, e non solo dai propri computer e smartphone utilizzati intenzionalmente, ma anche da tutti gli apparecchi dotati di sensori che fanno parte dell'arredo domestico e urbano. E quei dati che non sono immediatamente utili per il funzionamento del dispositivo, costituiscono quello che viene definito «surplus» di informazioni che poi potrà essere usato da polizia, aziende, centri di ricerca...

La tecnica che consente la raccolta di tutti questi dati viene chiamata IoT (Internet of Things). Essa in realtà più che una tecnica è una concezione della tecnica, ovvero l'insieme dei dispositivi connessi ad una rete, in comunicazione e interazione tra loro considerati come un tutt'uno. Mike Kuniavsky, pioniere e primo sostenitore di questa concezione, lo descrive come un modo di esistenza in cui "la calcolabilità e la comunicazione dei dati [sono] incorporati e distribuiti all'interno del nostro ambiente nella sua interezza". Ovvero una colonizzazione totale dell'esistenza dal punto di vi-

sta ambientale e comportamentale da parte della tecnica digitale. L'IoT più che una struttura in fase di costruzione può essere considerato come un progetto in continuo ampliamento, ma tale progetto necessita di una rete fisica su cui potersi configurare.

Arrivati a questo punto è possibile forse proporre delle buone argomentazioni in risposta al dubbio che aleggia dall'inizio di questa introduzione.

Il fiume del progresso corre in un bacino artificiale: necessita di essere alimentato affinché non si prosciughi. Lo scioglimento dei ghiacciai incombe sul destino di questo corso d'acqua innaturale, sempre più depredato dai bisogni idrici delle città con i loro campi intensivi e le loro industrie. E una civiltà senza progresso è una civiltà destinata a decadere. Allora, affinché non si prosciughi, decine, centinaia, migliaia di affluenti devono essere incanalati al suo interno, così che il flusso continui ad aumentare. Ma solo un impegnativo lavoro di ristrutturazione è in grado di supportare questo piano. Migliaia di canali devono essere costruiti dove prima non vi era alcuna costruzione e l'intero letto del fiume dev'essere allargato per permettere al bacino idrico di continuare ad ampliarsi.

Ora, se al posto dell'acqua immaginiamo dei pacchetti di dati, al posto dei canali pensiamo a dei cavi in fibra ottica e il letto come alla rete di antenne/ripetitori 5G, la metafora forse un po' elaborata potrebbe render l'idea della ristrutturazione informatica in atto. La rete 5G è solo una parte di questo progetto, ma ha la peculiarità di essere forse la parte più vincolante. Per questo si è scelto di concentrarsi sulla rete 5G in modo prevalente rispetto al resto, nonostante questo elaborato consideri anche alcuni aspetti che vanno oltre questo singolo ambito. Perché essa è forse oggi una delle tecniche più funzionali a permettere questa evoluzione.

Tale evoluzione si inserisce in un processo chiamato "rivoluzione 4.0" che prevede una trasformazione complessiva del sistema tecno-industriale. Come in passato l'utilizzo del carbone e la macchina a vapore, l'estrazione del petrolio e la fissione nucleare, hanno permesso un accrescimento e accentrimento esponenziale del sistema produttivo, oggi l'applicazione delle

tecniche digitali annuncia l'avvento di una nuova accelerazione. Tale trasformazione è ben evidente da quando la gestione della pandemia del Covid19 ha permesso un'espansione generalizzata dei processi di automazione, permettendo una gestione digitalizzata della maggior parte dei processi produttivi.

*"Si tratta dell'integrazione e della convergenza delle tecnologie digitali, fisiche e biologiche in una nuova visione del pianeta e dell'umanità...Se buona parte dei processi produttivi nelle fabbriche sono già ampiamente automatizzati, anche altri settori stanno per subire analoghi cambiamenti. Secondo alcune stime, verso il 2035 potrebbero essere automatizzati l'86% di tutti gli impieghi nel settore della ristorazione, il 75% in quello del commercio e il 59% in quello dell'intrattenimento. Nel Regno Unito, nel periodo che va dal 2011 al 2017, con l'introduzione del pagamento tramite macchine è stato perso il 25% dei posti di lavoro alle casse dei supermercati. Il settore degli acquisti a distanza e delle consegne a domicilio è un altro settore in piena automazione, il cui grande modello è l'organizzazione del lavoro come avviene nei magazzini di Amazon o di Alibaba. Notevoli sperimentazioni sono in corso in diverse città in tutto il mondo per sostituire con robot e droni gli addetti umani alle consegne. Ulteriori stime più generali paventano una perdita del 54% dei posti di lavoro nei prossimi due decenni all'interno dell'Unione Europea, qualora l'espansione e lo sviluppo dell'automazione mantengano l'attuale ritmo. Pensiamo anche alla prevedibile generalizzazione delle stampanti 3D, che consentirebbero di sostituire gli operai che fabbricano oggetti con macchine che li stampano. Oppure alle possibilità aperte dagli algoritmi e dai Big Data per rimpiazzare gli impiegati agli sportelli e negli uffici, nella stipula di un contratto d'assicurazione o addirittura in una diagnosi medica effettuate in base a decisioni automatiche. È chiaro che la natura del lavoro cambierà negli anni a venire." <sup>2</sup>*

---

2) *Avis de tempêtes*, n. 35, 15 novembre 2020



## 5G: COM'È FATTO

In Italia dal 2018 è in corso la costruzione di impianti e di antenne adibiti alla diffusione della rete 5G, superiore al 4G dieci volte per velocità e mille volte per quantità di dati che permette di viaggiare. La loro propagazione avviene attraverso diversi tipi di onde radio, tra cui onde millimetriche su frequenze finora mai utilizzate. Tuttavia, pur garantendo una più ampia banda agli utenti, non sono in grado di oltrepassare un muro spesso e le piante e la pioggia tendono ad assorbirne il segnale. Per questo si rende necessario installare moltissime antenne a una distanza di almeno cento metri l'una dall'altra in stazioni-base che possono anche avere fino a 100 porte formando una rete ultra-capillare. I ripetitori 5G verranno installati su vecchie antenne, su nuove antenne in costruzione, sui tetti degli edifici, nei tombini, sull'arredo urbano (pensiline dei bus, pali della luce...), e potranno inviare il segnale preciso diretto all'utente evitando interferenze e dispersioni di campo.



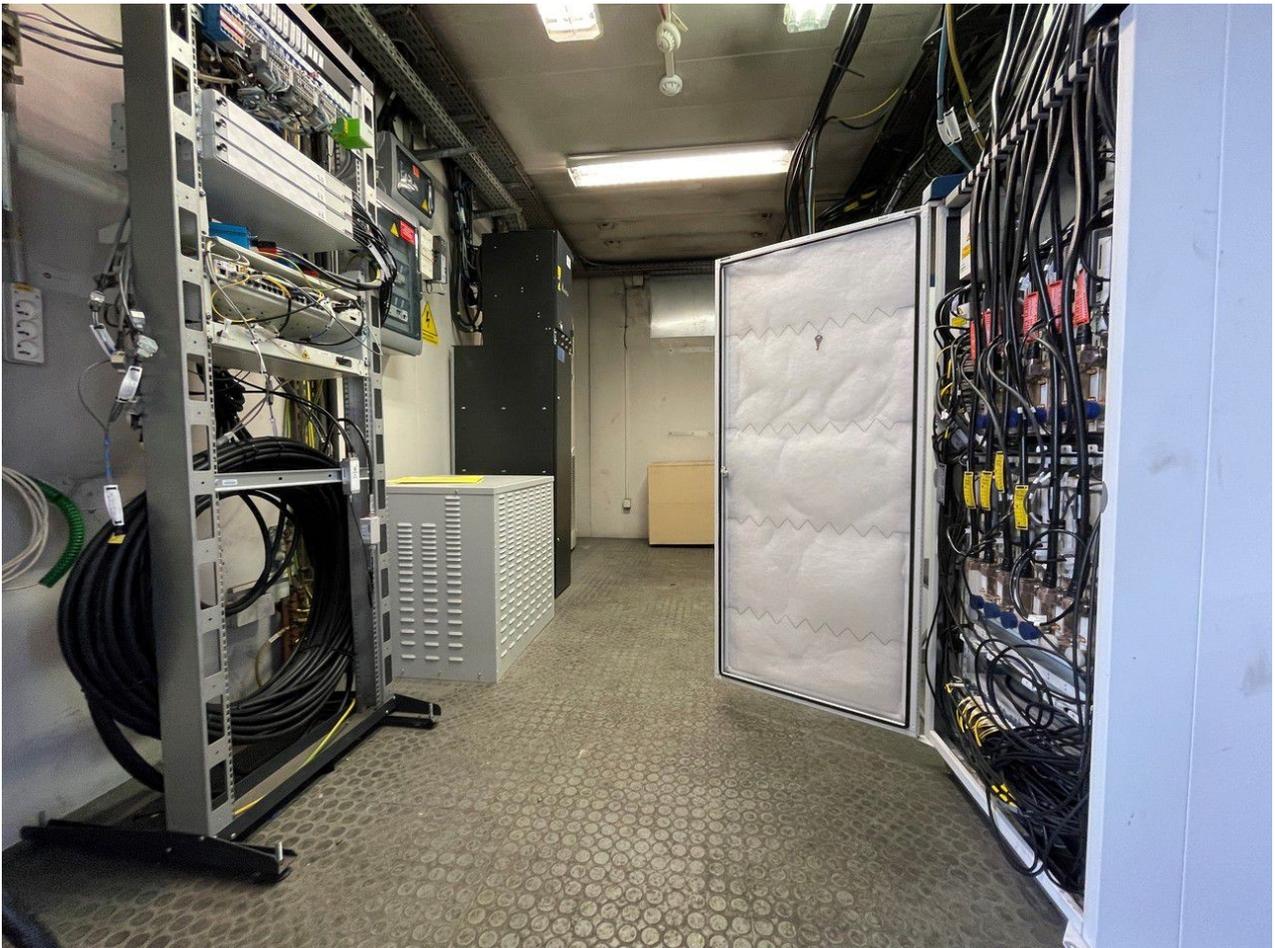
Le antenne saranno installate in Italia dalle seguenti compagnie telefoniche: Wind, Tim, Vodafone, 3, Fastweb, Iliad; e dai colossi cinesi Huawei e Zte (di proprietà dello Stato cinese). Sono già state collocate in parte nelle maggiori città e si prevede di integrare gran parte del territorio italiano entro la fine del 2021. Non solo in città e nelle aree industrializzate, luoghi privilegiati per l'introduzione di nuove tecniche all'avanguardia, ma anche in campagna (dove il 5G sarà necessario per lo sviluppo dell'agricoltura 4.0), in piccoli comuni anche montani (nel maggio 2018 ne sono stati selezionati 120 in Italia) e addirittura nelle foreste per tenere controllata la "salute" delle piante e verificare la qualità del legno.

Ora però andiamo a vedere più nello specifico a cosa ci si riferisce quando si parla di antenne/ripetitori 5G

## L'INTERNO DI UN'ANTENNA 5G

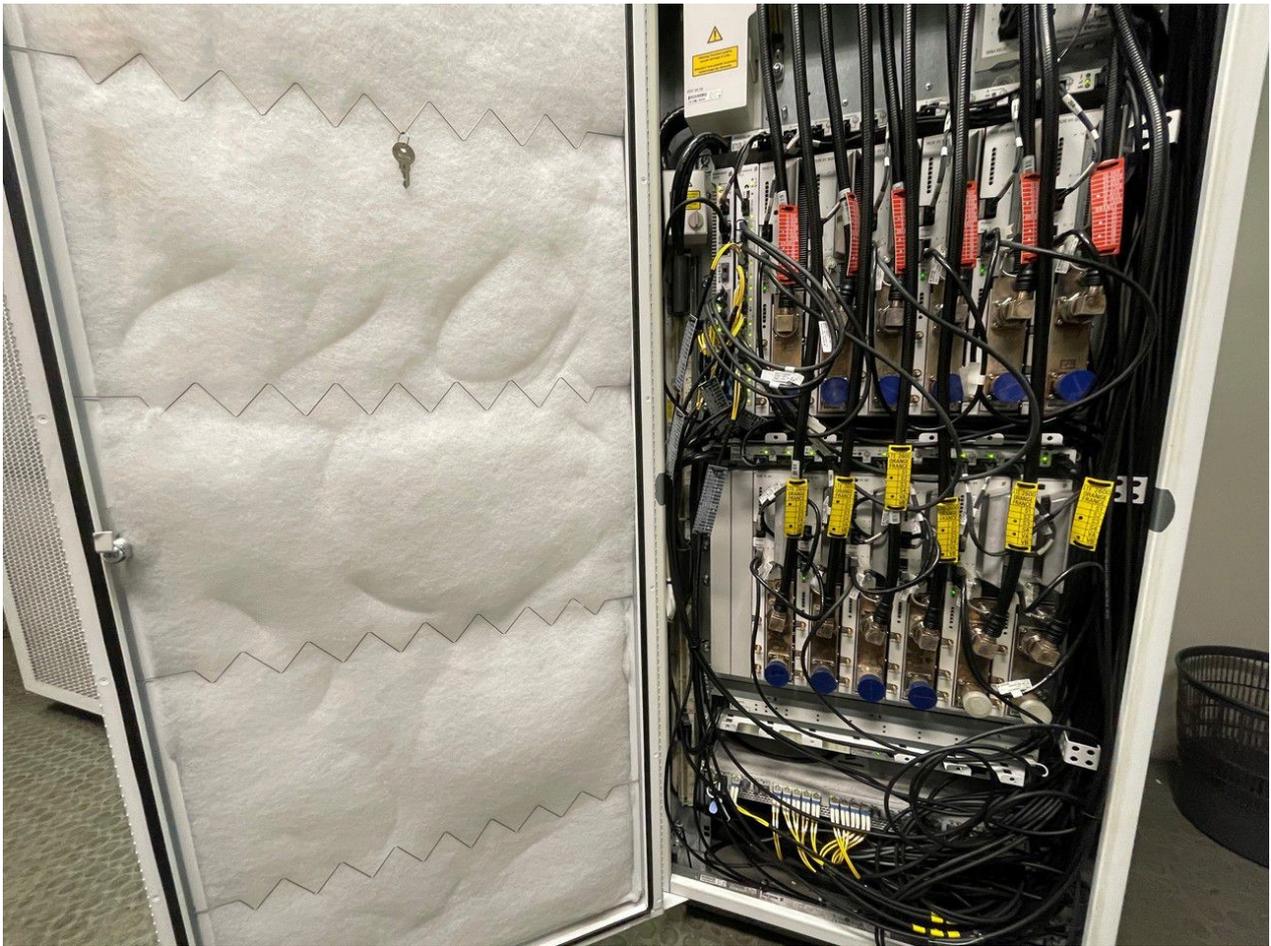


Si è scelto di riportare all'interno di questo capitolo le informazioni tratte dalla traduzione di un articolo pubblicato sul giornale francese "Le Parisien" ( giovedì 26 novembre 2020). Tale articolo descrive il funzionamento e l'aspetto di un ripetitore adibito alla trasmissione della rete 5G dell'operatore francese Orange, questo tipo di impianto è lo stesso impiegato dagli operatori in concorrenza per coprire tutto il territorio francese da qui al 2030. Si è ritenuto interessante riproporlo data la poca disponibilità di materiale facilmente accessibile sull'argomento. Ciò non vuol dire che si possa escludere del tutto una potenziale incongruenza tra il funzionamento e l'aspetto delle antenne 5G installate in Francia e in Italia, anche se la si presume improbabile.



### **Nel cuore dello « shelter »**

Ogni stazione base comprende una zona tecnica con almeno tre armadi radio e le cabine elettriche che le alimentano. Situato sotto il traliccio dove sono fissate le antenne, lo “shelter” (lett. “rifugio” in inglese) ospita il cuore della struttura. Le apparecchiature funzionano costantemente e un climatizzatore si occupa di regolare la temperatura per mantenerla ad un livello massimo di 60° C, con una media verso i 22°C al nostro passaggio. Lo stanzino contiene dei sensori e una centralina d'allarme connessa al servizio Supervision dell'operatore per segnalare delle irregolarità.



## **La cabina radio, il regolatore**

Emesso dalle antenne, l'Internet mobile, si appoggia alle reti Internet fisse e terrestri di un operatore. Il flusso di dati arriva quindi da alcuni cavi di fibra ottica che risalgono verso una cabina radio in cui il sistema modula e amplifica questo segnale – di dati virtuali – prima di inviarlo verso l'antenna che lo distribuirà ai clienti tramite un'apposita frequenza di onde. In questa cabina, i cavi di fibra ottica coesistono sempre con dei cavi coassiali utilizzati per rimandare il segnale verso le antenne 2, 3 e 4G.



## **Alla base, l'alimentazione elettrica**

Prima di vedere più da vicino la differenza fisica tra le antenne 4 e 5G, bisogna interessarsi al funzionamento di queste ultime che compaiono sempre in cluster<sup>3</sup> di 3. Un'antenna 5G ha bisogno di essere ben alimentata con l'elettricità perché è attiva e va alla ricerca dei bisogni degli smartphone mentre un'antenna 4G, più passiva, si limita a coprire una zona. Sono quindi i tre cavi di fibra ottica e un altro di alimentazione ad essere collegati direttamente all'antenna.

## **Le antenne, la parte emersa**

Segno esteriore di un sito, le antenne-relè servono ad emettere e a ricevere un segnale radio sotto forma di onde elettromagnetiche. Sono sistematicamente tre per coprire un settore a 360° con una potenza di emissione fissata dalla legge e controllata. Questo traliccio di una decina di metri contiene due tipi di antenne. Le più imponenti, in alto, servono a convogliare le reti 2, 3 e 4G. Le più compatte, in basso, sono destinate alla nuova rete mobile 5G. È con questo tipo di sito di ricetrasmittenti che gli operatori costituiscono un reticolato e quindi una rete nazionale in cui un telefono/smartphone passa da una cella all'altra. Un'antenna relè installata in una densa zona urbana copre i terminali in un raggio da 500 ad 1 km. Nelle zone ru-

---

3) cluster: in generale agglomerato a forma di grappolo; in informatica, raggruppamento di più elaboratori o terminali che formano un insieme integrato [Treccani, al 03/02/2021]

rali, può coprire diverse decine di chilometri, dato che il segnale s'indebolisce con la distanza.



### **L'antenna 5G più da vicino**

Le antenne 5G – dalla forma di scatole quadrate – si distinguono per la loro dimensione più raccolta perché in teoria inviano meno segnali. Ogni antenna è intelligente perché contiene un sistema di micro-antenne; alcuni algoritmi calcolano ed inviano una diretta emissione di onde verso un punto preciso, lo smartphone.

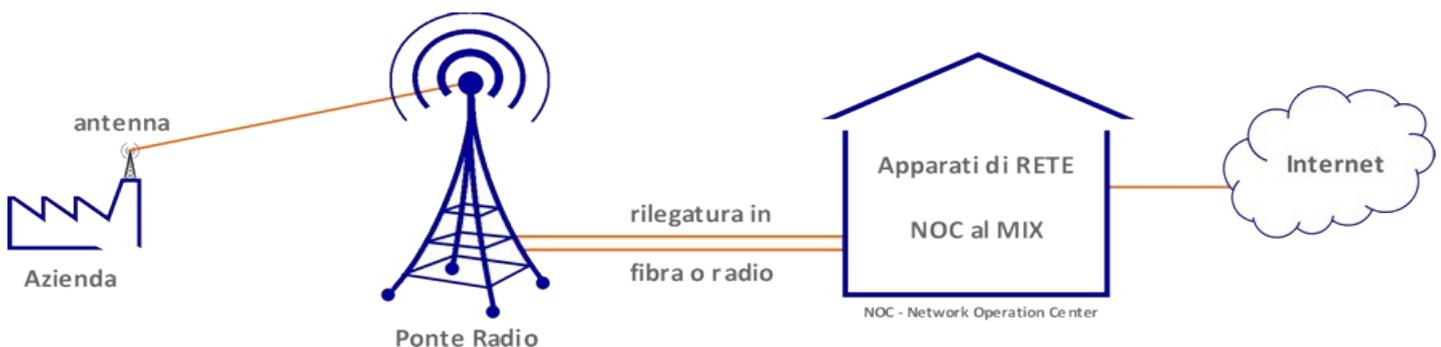


## CONNESSIONE SOTTERRANEA

### Il ruolo della fibra ottica

*"Le performance della tecnologia 5G necessitano di una rete di interconnessione dei siti mobili ad alte prestazioni che abiliti questa evoluzione tecnologica; solo un'infrastruttura interamente in fibra ottica, diffusa in modo capillare, può soddisfare adeguatamente tale esigenza, garantendo velocità non di megabit ma di gigabit al secondo. Le reti in rame o miste fibra-rame non sono sufficienti e rappresenterebbero un collo di bottiglia per una rete 5G. Open Fiber gioca dunque un ruolo fondamentale nello sviluppo di tale ecosistema. La diffusione del 5G potrà quindi essere abilitata dalla rete in fibra ottica di Open Fiber, capillare su tutto il territorio nazionale: 271 città sul cluster A&B e più di 7.600 comuni su cluster C&D e sarà, quindi, il vero abilitatore dello sviluppo del 5G in Italia. La fibra ottica può esistere senza il 5G, ma il 5G non può esistere senza la fibra ottica."*

Dal sito web di Open Fiber



È interessante notare come il funzionamento delle antenne 5G sarà strettamente connesso alla propagazione del flusso di dati tramite fibra ottica, anche per questo la rete in fibra, non è mai stata così tanto implementata quanto ora.

Oggi il principale operatore che si occupa del posizionamento della fibra è *Open Fiber*, di proprietà di *Cassa depositi e prestiti* e di *Enel*. A metà ottobre 2020 un grosso finanziamento internazionale viene sottoscritto per sostenere il piano di ampliamento della rete in fibra. A detta della stessa società:

*"Si tratta di una ulteriore dimostrazione della fiducia riposta dal mercato nel piano di Open Fiber che, tra investimento privato e pubblico, vale oltre 7 miliardi di euro (di cui 3 già realizzati) e prevede la connessione di circa 20 milioni di unità immobiliari in Italia nelle città (aree nere), nei comuni più isolati e di piccole dimensioni (aree bianche) e nei distretti industriali (aree grigie). A oggi, e dopo meno di quattro anni dalla sua nascita, Open Fiber, con oltre 9.5 milioni di unità immobiliari connesse, è di gran lunga il primo operatore in Italia nel campo delle infrastrutture integralmente in fibra, il terzo in Europa ed il primo (sempre in Europa) tra gli operatori wholesale only<sup>4</sup>".*

Inoltre sembra stia andando in porto il progetto che prevede la costituzione di una rete unica nazionale tramite la fusione delle infrastrutture di Open Fiber e Tim. Affinché questa transazione possa avvenire Enel deve rinunciare alla sua quota del 50% di Open Fiber in favore di Tim.

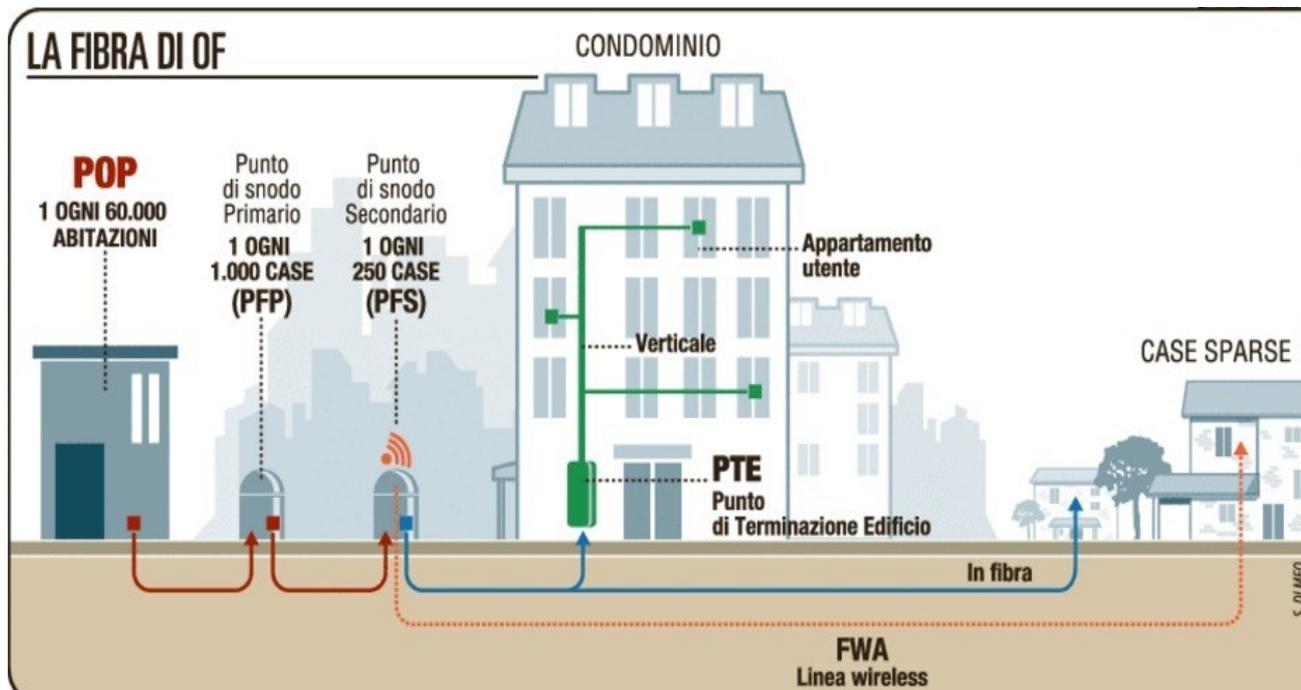
---

4) Letteralmente traducibile come “solo all'ingrosso”, con questa terminologia in realtà si intende un modello di rete fornito da operatori infrastrutturali “puri” a cui possono accedere tutti gli operatori indipendentemente.

Un altro operatore che si occupa della distribuzione della fibra è Infratel Italia (Infrastrutture e Telecomunicazioni per l'Italia S.p.A.), una società in-house<sup>5</sup> del Ministero dello Sviluppo Economico, parte del Gruppo Invi-talia. Operativa dal 2005, è il soggetto attuatore dei Piani Banda Larga e Ultra Larga del Governo.

*"Il suo obiettivo è intervenire nelle aree a fallimento di mercato, attraverso la realizzazione e l'integrazione di infrastrutture a banda larga e ultra larga azioni capaci di estendere le opportunità di accesso a Internet veloce per cittadini, imprese e Pubbliche Amministrazioni."*<sup>6</sup>

La fibra ottica costituisce le fondamenta su cui poggeranno in un futuro non lontano le antenne 5G. Se si vuole contrastare la rete 5G è bene tenerlo a mente. Basta pensare a ciò che è avvenuto il 3 febbraio a Yuts (Moselle), dove qualcuno, tagliando la fibra ottica necessaria al funzionamento di una centrale di telefonia degli operatori SFR e Bouygnès, ha messo fuori uso una cinquantina di ripetitori.



5) S'intende comunemente il fenomeno delle società per azioni, più raramente s.r.l., partecipate direttamente o indirettamente dallo Stato, dalle regioni e dagli enti locali.

6) Sulla pagina "<https://bandaultralarga.italia.it/>" è possibile vedere lo stato dei lavori relativi alle aree bianche.

## INFINITE APPLICAZIONI, UNA SOLA ALIMENTAZIONE

La rete 5G come già si è accennato permetterà un ulteriore sviluppo e aumento della complessità dell'apparato tecnico in molti ambiti della società. È anche grazie a questa struttura se oggi si sente sempre più parlare di smart-city, domotica, industria 4.0, scuola online, agricoltura digitale, telemedicina e così via. Le innovazioni all'interno di ognuno di questi settori saranno innumerevoli, oggetti in grado di raccogliere dati e comunicare tra loro verranno adattati ad ognuno di questi contesti specifici. I settori stessi saranno sempre più plasmati sulla necessità del sistema concepito globalmente: i dati raccolti in un ospedale relativi al profilo di un utente potranno servire a direzionare lo sviluppo in ambito farmaceutico dell'industria, la capacità di un prodotto di adattarsi ai processi sempre più digitalizzati delle aziende alimentari determinerà la scelta del tipo di coltura e metodo di coltivazione da applicare nei campi, il profilo scolastico di un "utente" permetterà di prevedere il suo potenziale adattamento ad un processo lavorativo, o le sue possibilità di contrarre delle patologie psichiche, o la sua predisposizione alla criminalità... queste connessioni erano già esistenti, tuttavia con la differenza che ora possono avvenire in modo immediato ed indipendente dalla mediazione umana.

Per saperne di più basterebbe leggere le relazioni, relative ai vari progetti di ricerca sul 5G, in avanzamento o addirittura già conclusi. Qui si possono trovare per ognuno di questi ambiti studi relativi all'applicabilità dell'internet of things, progetti che prevedono l'introduzione di nuovi dispositivi intelligenti come telecamere, sensori, schermi touchscreen... e previsioni sulle conseguenze di tali cambiamenti in ambito sociale e ambientale.

Si sarebbe potuto scrivere un libro sulla trasformazione di ognuno di questi contesti e le conseguenze di tale cambiamento, ma sarebbe stato troppo dispendioso, e forse, sarebbe stato un fattore di disorientamento rispetto agli scopi di questo scritto. Perciò ci si limiterà in questo capitolo, a questa breve introduzione, che ha il solo scopo di citare alcune delle innumerevoli applicazioni del 5G, confidando nell'interesse di ognuno di ricercare ulteriori informazioni autonomamente se lo desidera. Questa scelta ha un motivo, quello di potersi meglio concentrare su un particolare ambito di applicazione dell'internet of things, quell'ambito da cui tutti gli altri dipendono, ciò che esperti e ricercatori chiamano *smart-grid*: ovvero la gestione "intelligente" dell'apparato energetico.

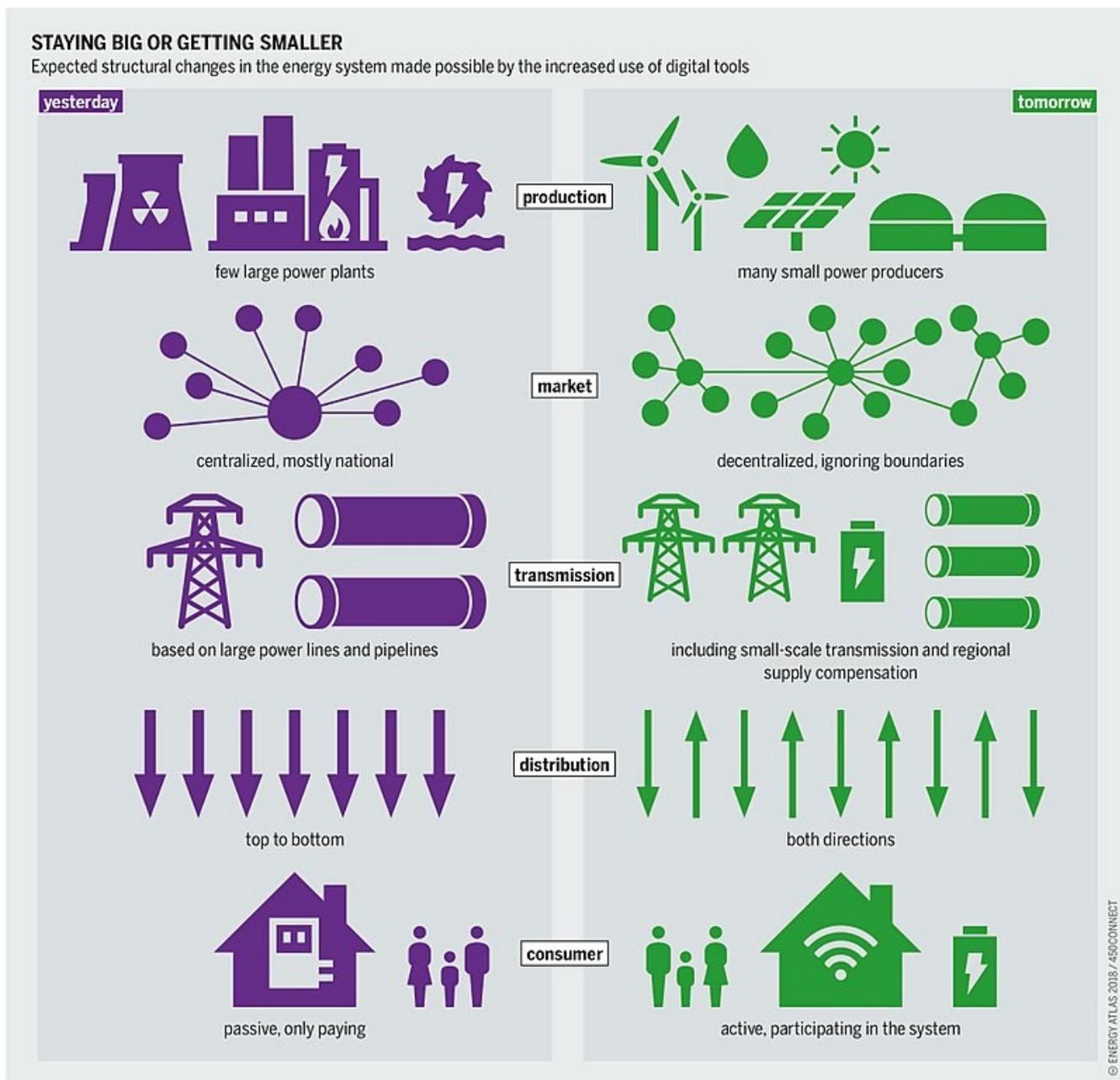
## COS'È UNA SMART-GRID

Nell'ingegneria elettrica e delle telecomunicazioni una *smart-grid* è l'insieme di una rete informatica e di una rete di distribuzione elettrica. La connessione tra le due consente di gestire la rete elettrica in maniera "intelligente" sotto vari aspetti o funzionalità, ovvero in maniera efficiente per la distribuzione e per un uso più razionale dell'energia; minimizzando, al contempo, eventuali sovraccarichi e variazioni della tensione elettrica intorno al suo valore nominale (ovvero il valore che in una linea elettrica viene generalmente segnalato sui tralicci). Tutto ciò portando in conto un diverso sistema di produzione che non preveda solo la presenza di *generazione centralizzata* connessa, come di consueto, alle grandi reti di trasmissione dell'energia, ma anche una forte presenza di *generazione distribuita*, anche di piccola taglia, ubicata nei nodi periferici delle reti di distribuzione che, in genere, sono progettate secondo uno schema ad albero e tradizionalmente progettato per flussi energetici unidirezionali (dal centro verso i nodi periferici).

*Smart-grid* è quindi un insieme di reti elettriche e di tecniche che, grazie allo scambio reciproco di informazioni, permettono di gestire e monitorare la distribuzione di energia elettrica da tutte le fonti di produzione e soddisfare le diverse richieste di elettricità degli utenti collegati, produttori e consumatori in maniera più efficiente. Le *reti intelligenti* saranno parti integranti di città altrettanto "intelligenti" (*smart-city*), capaci di rispondere in maniera rapida, efficace e mirata alle esigenze energetiche dei cittadini.

Il concetto di *smart-grid* nasce e si sviluppa in Europa nel 2006 dalla *European Technology Platform (ETP) for the Electricity Networks of the Future (SmartGrids)*, ossia la Piattaforma tecnologica europea per le *Smart-Grid*. La prima definizione ufficiale di *Smart-Grid* è stata fornita dall'*Energy Independence and Security Act del 2007 (EISA-2007)*, approvato dal Congresso degli Stati Uniti nel gennaio 2007. Il titolo XIII di questo disegno di legge fornisce una descrizione, con dieci caratteristiche, che può essere considerata una definizione chiave per *smart-grid*, che ha quale elemento comune alla maggior parte delle definizioni l'utilizzo e l'applicazione delle tecniche digitali e di comunicazione alla rete elettrica, rendendo il flusso di dati e la gestione delle informazioni, centrali per la *rete intelligente*.

Il concetto delle *smart-grid* introduce un importante paradigma della distribuzione elettrica, conseguente allo sviluppo della produzione decentralizzata dell'energia. Nell'ambito dell'ingegneria elettrica, si tratta di una diversa tipologia di gestione, non più basata solo su poche centrali elettriche sparse sul territorio, con estese reti di trasmissione e di distribuzione, bensì su diverse unità produttive, di piccole e medie dimensioni, distribuite in modo omogeneo sul territorio e collegate alle utenze tramite reti a basso voltaggio.



# COM'È FATTA

## Rete tradizionale

Prima di addentrarci nelle caratteristiche delle reti intelligenti è bene illustrare, in sintesi, il funzionamento della trasmissione della rete elettrica tradizionale.

La rete tradizionale permette il passaggio tra la centrale di produzione dell'elettricità e la sua distribuzione dai fornitori agli utenti finali. È costituita da due parti:

- una rete di trasmissione a grande distanza e ad alta tensione;
- una rete di distribuzione costituita da linee a media (MT) e bassa tensione (BT).

La rete elettrica di trasmissione è collegata a quella di distribuzione da cabine primarie di trasformazione da alta o altissima tensione a media secondo lo schema:

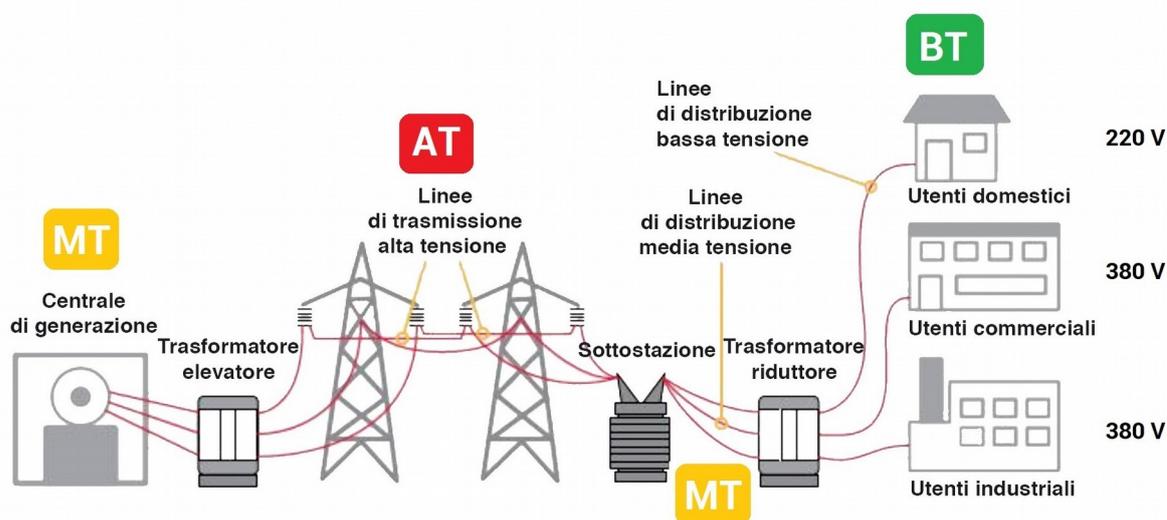
TRASMISSIONE (alta tensione) ---- cabine primarie di TRASFORMAZIONE (da altissima/alta tensione a media tensione) ----- DISTRIBUZIONE (media e bassa tensione)

In pratica l'energia elettrica prodotta dalla centrale viene dapprima trasportata sulla lunga distanza grazie alle linee ad alta tensione, che costituiscono la *rete di trasmissione*. In un secondo momento, questo carico elettrico arriva fino alle cabine elettriche di trasformazione a media e bassa tensione, che corrisponde a ciò che di norma viene richiesto nella quotidianità: le utenze industriali lavorano a media tensione (MT), mentre quelle domestiche a bassa tensione (BT). Dalle cabine elettriche il carico prosegue tramite le linee di distribuzione fino alle singole consumatrici/ai singoli consumatori finali grazie alle sottostazioni (nodi di passaggio intermedio tra la produzione e la consegna): tutto ciò è la *rete di distribuzione*. La trasmissione è possibile grazie agli elettrodotti. Gli *elettrodotti* sono tutte quelle infrastrutture di rete destinate al trasporto di energia elettrica ad alta tensione (AT), comprendendo in quest'accezione sia le linee elettriche aeree, sia le linee interrate in cavo alloggiato in strutture specifiche, ossia i cavidotti.

In buona sostanza sono le arterie, i fili che intessono la rete. In base alla tensione che esercitano, gli elettrodotti possono essere costituiti da tralicci in metallo più o meno alti con sostegni più o meno pesanti ed imponenti. Per l'alta tensione si avranno figure mastodontiche in acciaio pesante, per le linee a bassa o media tensione i sostegni possono essere costituiti, talvolta, da semplici pali in legno, ma più spesso in acciaio zincato o cemento armato.

L'insieme degli elettrodotti costituisce la *rete elettrica primaria*: essa lavora come sistema di distribuzione della corrente a monte e permette ogni ridistribuzione a valle. Si passa, cioè, da un efficiente trasporto di corrente su lunga distanza che opera ad alta tensione – efficienza nel senso di un minore rischio di perdita nel tragitto, scorrendo lungo un solo binario – alle utenze finali dove, invece, la tensione necessita di essere progressivamente abbassata per motivi di sicurezza (per ridurre il rischio di folgorazione) e anche perché i carichi elettrici richiesti sono via via minori. In generale, in questa elettro-tela tutti i vari nodi contribuiscono a mantenere, controllare il flusso della corrente e fornire la corrente per soddisfare la domanda della rete finale (*rete del consumo*).

## Elettricità dalla centrale ai consumatori



LEGENDA	
<b>AT</b>	Alta tensione: superiore a 35 000 Volt
<b>MT</b>	Media Tensione: fra 1 000 e 35 000 Volt
<b>BT</b>	Bassa tensione: inferiore a 1 000 Volt

## Smart-grid

La *rete intelligente*, a differenza della *rete tradizionale*, prevede la presenza di *sistemi di generazione distribuita*. Essi sono sistemi di produzione di elettricità da fonti rinnovabili, sotto forma di unità di piccola produzione, come possono essere gli impianti fotovoltaici residenziali o aziendali o piccole centrali a biomassa, allacciati direttamente alla rete elettrica di distribuzione.

Dato che le fonti rinnovabili non sono programmabili, gestire sistemi di generazione distribuita di energia richiede anche un' "intelligenza" che si manifesta nella gestione del sistema elettrico complessivo così da consentirgli di gestire a livello locale eventuali surplus di energia redistribuendoli in aree vicine, prevenendo o riducendo al minimo un'interruzione potenziale.

La rete elettrica tradizionale è di tipo *unidirezionale*, sia per quanto riguarda il flusso di energia, sia per le informazioni. L'energia elettrica viene solitamente generata da poche grandi centrali elettriche, dotate di generatori elettromeccanici alimentati da energia meccanica proveniente principalmente da grosse masse d'acqua (idroelettrica), dalla combustione di fonti fossili (termoelettrica), da centrali nucleari. Queste centrali di produzione elettrica sono poste in genere lontano dai centri abitati o dagli utilizzatori finali.

Nella rete tradizionale esistono già collegamenti dati a livello di generazione ma soprattutto di trasmissione dell'energia elettrica in Alta e Media Tensione, utilizzati per il controllo e il monitoraggio della rete. Essi però fanno uso di diversi mezzi e, soprattutto, utilizzano diversi protocolli molto spesso *non interoperabili* fra di loro. L'evoluzione consiste appunto nel rendere questi sistemi *intercomunicanti* e *interagibili*. Per motivi tecnici ed economici invece, la rete di distribuzione è quasi completamente sprovvista di tecnologie di telecomunicazione.

Altra innovazione importante delle *smart grid* è la *gestione bidirezionale dell'energia*, potendo riceverla, ma anche immetterla nel sistema quando è in eccesso, redistribuendo il flusso in tempo reale e a seconda degli effettivi bisogni. Le *reti intelligenti* prevedono un flusso *bidirezionale* dell'energia elettrica e uno scambio *bidirezionale* di informazioni e dati. L'energia elettrica può essere "immessa" nella rete dagli utenti stessi, sia attraverso

generatori di energia come impianti fotovoltaici, sia da sistemi di accumulo di energia elettrica come i veicoli elettrici.

Per riuscire in questo le *smart grid* contano su dispositivi in grado di permettere uno scambio continuo di informazioni tra tutti i nodi. In tal modo, oltre a ovviare alle falle, permette di ridurre gli sprechi. I dispositivi o *smart device* che fanno parte della rete sono sensori, contatori intelligenti, computer e altri apparati tecnici.

Questo sostanzialmente vuol dire creare un'infrastruttura o strato di dispositivi digitali sovrapposto o affiancato alla rete elettrica, che metta in comunicazione le *centrali di "autoproduzione"* sulla *rete di distribuzione* con le centrali elettriche centralizzate di grande potenza, scambiando con esse informazioni sull'energia prodotta e regolando di conseguenza il *dispacciamento dell'energia* (distribuzione equilibrata del flusso energetico). Tale infrastruttura può essere un'infrastruttura di rete telematica ad hoc oppure usufruire della rete elettrica stessa per veicolare informazione. Queste reti sono quindi regolate da opportuni software di gestione che realizzano un controllo ad informazione, grazie anche a strumenti di monitoraggio intelligenti tenendo traccia di tutto il flusso elettrico del sistema (*telegestione*), come pure strumenti appunto per integrare energia rinnovabile nella rete.

La differenza fondamentale delle *smart grid* rispetto alle reti elettriche tradizionale è quindi l'importanza di un sistema di comunicazione e di informazioni, composto da dispositivi intelligenti, ovvero da sistemi di contatori di energia, sistemi di misura e sensori, interconnessi tra loro. Questa interconnessione e l'impiego di algoritmi evoluti permette quindi la gestione intelligente dei flussi di energia, integrando i vari sistemi di produzione con le esigenze del sistema e dei diversi protagonisti che subentrano nella rete energetica.

<b>Reti tradizionali</b>	<b>SMART GRID</b>
Elettromeccaniche	Digitali
Comunicazioni unidirezionali	Comunicazioni bi-direzionali
Generazione centralizzata	Generazione distribuita
Pochi sensori	Sensori interconnessi
Monitoraggio manuale	Monitoraggio automatizzato
Ripristino manuale o semiautomatico	Ripristino automatico
Possibilità di guasti e blackout	Capacità di adattarsi e isolare i guasti
Controllo limitato	Controllo pervasivo

## **Le energy community**

Le comunità energetiche rappresentano l'elemento base in cui si suddividono le smart grid, sia nelle applicazioni connesse alla rete pubblica, sia nei casi off grid, in assenza di distribuzione di energia elettrica.

Rispetto al sistema elettrico, infatti, le energy community possono essere classificate come:

- Off-grid: reti isolate, non connesse alla rete elettrica pubblica
- On-grid “isolabili”: reti completamente interconnesse alla rete elettrica pubblica, in grado di scambiare in modo bidirezionale l’energia elettrica e di auto-sostenersi per un certo arco di tempo in caso di indisponibilità della rete elettrica
- On-grid “asincrone”: reti connesse alla rete elettrica pubblica, che possono esclusivamente prelevare energia dalla rete in caso di necessità, ma non possono fornirla.

Le categorie di utenze interessate a costituirsi parte di una EC sono molteplici. In particolare, si possono individuare utenze sia in ambito residenziale, come i condomini e i complessi residenziali in genere, sia in ambito terziario, quali i centri commerciali/logistici e i complessi ospedalieri.

## I COMPONENTI DELLA SMART-GRID

Varie tecniche vengono utilizzate per ottimizzare il funzionamento della rete. Queste tecniche possono essere raggruppate in cinque aree chiave:

- Comunicazioni integrate
- Sensori e misurazione
- Metodi di controllo avanzati
- Interfacce migliorate e supporto decisionale

### **Comunicazioni integrate**

Il sistema di comunicazioni integrate consente il collegamento dei componenti a un'architettura aperta per informazioni in tempo reale, per il controllo e scambio di dati. Grazie alla comunicazione integrata, le informazioni possono essere trasferite più rapidamente tra le stazioni di trasmissione e il centro di controllo del sistema. Si può dire che la comunicazione integrata sia il componente che integra tutte le altre tecniche insieme. Fibre ottiche, reti mesh wireless e controllo di supervisione e acquisizione dati (SCADA) sono tutte tecniche che possono essere impiegate.

### **Sensori e misurazione**

Le tecniche avanzate di rilevamento e misurazione raccoglieranno dati, informazioni che verranno utilizzati per gestire al meglio i sistemi di gestione dell'energia. Esse sono utilizzate per il controllo e il monitoraggio dello stato dei dispositivi, la prevenzione per evitare perdite e sprechi di energia e il supporto delle strategie di controllo. Vengono anche impiegate per valutare la stabilità della rete e per supportare letture frequenti dei contatori. Forniranno inoltre ai consumatori informazioni sull'utilizzo e sulle produzioni in tempo reale.

Un altro elemento fondamentale è l'*infrastruttura per sistema di misurazione avanzata*. È composta da sistemi che misurano, raccolgono dati e valutano l'energia utilizzata e comunicano con i dispositivi di misurazione. Questi sistemi sono costituiti da hardware, software, sistemi di comunicazione, software di gestione dei dati dei contatori, display e controlli dell'energia degli utenti consumatori. Queste informazioni vengono inviate a controllori domestici "intelligenti" o ai dispositivi stessi, come termosta-

ti, lavatrici e frigoriferi, che a loro volta li elaborano anche in base alle abitudini del consumatore per alimentarli di conseguenza.

### **Metodi di controllo avanzato**

Le tecniche che permettono il controllo avanzato sono costituite da dispositivi e algoritmi che consentono una rapida diagnosi e analisi delle *smart grid*. Ogni volta che è necessario, vengono prese opportune misure correttive per ridurre le interruzioni di corrente e aumentare l'efficienza. Il controllo avanzato richiede un'infrastruttura di comunicazione integrata ad alta velocità e protocolli standard adeguati per elaborare una grande quantità di dati.

### **Interfacce e sistemi che supportano decisioni**

Queste interfacce sono composte da dispositivi che supportano il processo decisionale umano e trasformeranno gli operatori e i gestori della rete in esperti in grado di far funzionare la rete moderna. Queste tecniche ridurranno la complessità, convertendo informazioni dei sistemi energetici in dati facilmente comprensibili. Sono necessari quattro componenti principali:

1. Contatore intelligente
2. Phasor Measurement Unit
3. Trasferimento di informazioni
4. Generazione distribuita

### **Contatore intelligente**

Il contatore intelligente è essenzialmente un dispositivo elettrico che riconosce dettagliatamente il consumo elettrico in intervalli di tempo e comunica tali informazioni su base giornaliera per il monitoraggio, il controllo e la fatturazione. Fornisce una comunicazione bidirezionale tra consumatori e servizi. Rispetto ai contatori tradizionali, gli *smart meter* hanno funzionalità aggiuntive per l'utilizzo di sensori in tempo reale, notifiche di interruzione dell'alimentazione e monitoraggio dell'alimentazione. In Francia questi contatori hanno provocato la rabbia degli abitanti degli edifici che non volevano che i propri consumi quotidiani fossero controllati. In svariati casi i contatori, installati per di più senza alcun preavviso, sono stati spaccati volontariamente.

## **Phasor Measurement Unit**

La *smart grid* utilizza sensori ad alta velocità chiamati PMU (*Phasor Measurement Unit* – Unità di misura Phasor) per: monitorare la qualità dell'alimentazione; ridurre la congestione; diminuire o addirittura eliminare i blackout.

## **Trasferimento informazioni**

La tecnica di trasferimento delle informazioni è necessaria per estendere la funzionalità di comunicazione bidirezionale utilizzando protocolli come WIFI, ZigBee, Bluetooth e infrarossi.

**Generazione distribuita** – La generazione distribuita si riferisce all'uso di tecniche di generazione di energia su piccola scala più vicine al consumatore. Uno dei maggiori vantaggi della generazione distribuita risiede nella lunghezza ridotta delle reti di trasmissione e distribuzione; infatti, le linee ad alta tensione dedicate al trasporto di energia elettrica hanno perdite dell'ordine del 7-8% e comportano costi di costruzione e manutenzione significativi, oltre ad avere rischi di possibili interruzioni o black-out. La generazione distribuita invece riduce o annulla questi problemi in quanto la generazione avviene in diversi punti e sono presenti quindi diverse centrali di produzione che permettono di raggiungere una maggiore affidabilità. Nella generazione distribuita generalmente le fonti di produzione sono di piccole o medie dimensione, ma è possibile effettuare una **classificazione in base alla potenza**, pertanto si parla di:

- **Micro generazione** distribuita quando le potenze sono comprese tra 1 kW e 5 kW
- **Piccola generazione** distribuita quando le potenze sono comprese tra 5 kW e 5 MW
- **Media generazione** distribuita, se le potenze in gioco sono comprese tra 5 MW e 50 MW
- **Grande generazione** distribuita, se le potenze sono comprese tra 50 MW e 300 MW

## ALCUNE FUNZIONI DI UNA SMART-GRID

Le seguenti sono alcune delle funzioni che una rete intelligente dovrebbe essere in grado di assolvere:

### **Autoriparazione**

Una smart-grid evita o riduce i problemi di sovracorrente o interruzione dell'energia, utilizzando un sistema automatico capace di apprendimento per individuare cause di guasto e piani di risoluzione, quando vengono risolti problemi in modo efficace.

### **Resistenza agli attacchi**

Le tecnologie della rete intelligente consente anche di riconoscere e rispondere a interruzioni manuali della fornitura elettrica. Il sistema dovrebbe consentire di isolare le aree coinvolte e re-direzionare il flusso energetico verso altre aree.

### **L'intermittenza delle fonti di energia**

La necessità di affrontare alcune contraddizioni tecniche e ambientali renderà fondamentale l'introduzione di grosse quantità di energia proveniente da fonti rinnovabili. Esse però, per la maggior parte, sono intermittenti. L'assenza di correnti d'aria per l'eolico o una giornata nuvolosa per il fotovoltaico possono determinare dei deficit produttivi che necessitano di essere equilibrati (dispacciamento). Permettendo l'adattamento e la riorganizzazione dinamica della rete, una *smart-grid* consentirà un uso massiccio di queste fonti in particolare connesse con la mobilità elettrica.

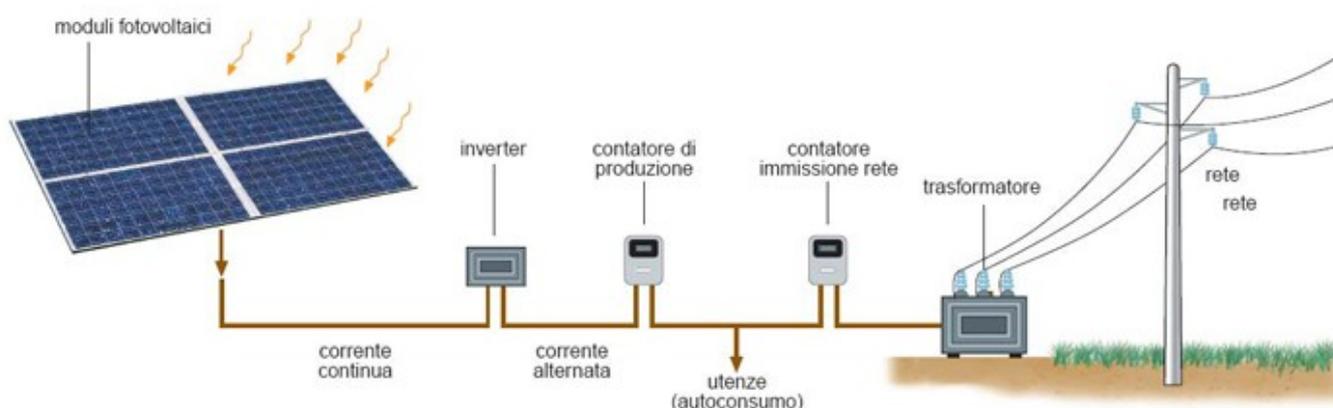
I punti di ricarica delle auto elettriche, sia privati che pubblici, vengono connessi alle *smart-grid* in modo da poter assorbire negli accumulatori delle auto elettriche, i picchi di produzione delle fonti di generazione rinnovabile non programmabile. La stessa stazione di ricarica permette di non sovraccaricare la rete elettrica, disponendo di propri accumulatori caricati nell'arco della giornata in presenza dei picchi di produzione e aventi capacità e autonomia tale da ricaricare le batterie delle auto senza impegnare la rete ENEL. In generale è attraverso *accumulatori intelligenti* che può ottimizzarsi la disponibilità di energia anche per altri usi; gli accumulatori

sono una parte essenziale dei nuovi concetti di distribuzione, come le *micro-grid*<sup>7</sup>.

### Partecipazione dei consumatori

Con una gestione decentralizzata dell'energia, il sistema punta su una gestione partecipata del sistema energetico, infatti risulterebbe più semplice immettere energia in rete per quei consumatori che posseggono piccoli impianti casalinghi. La possibilità di partecipare alla gestione dell'energia elettrica porta a parlare di "democratizzazione energetica". Il consumatore potrà allo stesso tempo svolgere il ruolo di produttore. Nasce così una nuova figura, ovvero quello che i tecnici chiamano *prosumer*. L'idea di certo non è nuova: quale miglior modo di far accettare il progresso alle persone di renderle partecipi.

Questa partecipazione sarà possibile grazie all'applicazione della tecnica della *blockchain* nella *generazione distribuita*. All'interno di una rete intelligente una *blockchain* è un registro o archivio decentralizzato e distribuito di transazione, che è posseduto, mantenuto e aggiornato da ciascun utente produttore e utilizzatore di energia elettrica, che trasporta uno scambio di energia alla pari su una stessa microgrid, senza un controllo centralizzato, basato su *smart contract*. Essi possono contenere informazioni sulle preferenze dell'utente, il profilo di consumo, la curva di produzione energetica e dato che una città contiene parecchie microgrid, ciascuna con la propria "catena di blocchi", chi necessita energia effettua una transazione validata dalla *blockchain* stessa.



---

7) Le micro-grid costituiscono un sistema di distribuzione locale formato da generatori e sistemi di accumulo, in grado di operare sia in modo autonomo ("a isola") oppure in connessione con il sistema elettrico nazionale.

## SMART-GRID E INTERNET OF THINGS

Uno degli aspetti peculiari che caratterizzano le *smart-grid* è la comunicazione dei dati e delle informazioni attraverso una grande quantità di dispositivi che devono essere tracciati, monitorati, analizzati e controllati, tramite una rete digitale bidirezionale. Quindi, è richiesta un'automazione distribuita per tali dispositivi, realizzata attraverso l' *Internet of things*.

L' IoT permette pertanto lo sviluppo delle smart-grid, con il supporto di varie funzioni di rete: dalla produzione all'immagazzinamento, dalla trasmissione e distribuzione, alla gestione del consumo di energia elettrica, grazie all'impiego di dispositivi IoT, come sensori, attuatori e contatori intelligenti (*smart meter*). Le reti intelligenti possono quindi essere considerate una delle più ampie applicazioni dell' IoT.

Tutti i dispositivi o i sistemi che usano l'energia elettrica possono essere connessi a Internet, per essere comandati da remoto nei momenti di minor richiesta di energia, per esempio, o per fornire le informazioni necessarie per la gestione ottimale dei flussi di energia attraverso la rete.

## PROGETTI

In Europa si contano 950 progetti di reti intelligenti, lanciati dal 2002 a oggi, per un totale investimenti di circa 5 miliardi di euro. anche se alcune soluzioni di rete intelligente stanno avvicinandosi alla fase di commercializzazione, gli sforzi in termini di ricerca sono ancora necessari in molti ambiti, proprio per studiare nuove opzioni e funzionalità, nonché la loro integrazione e interoperabilità all'interno della rete.

La maggior parte (66%) sono sviluppati a livello nazionale. La Germania è il primo Paese per numero (330) di programmi sviluppati sia a livello nazionale sia partecipato, seguita da Regno Unito (197), Danimarca (181), Spagna (178), Francia (159); l'Italia (148) è sesta.

L'Italia è la prima nazione del mondo a dotarsi di smart grid su scala nazionale nel 2006: la prima rete Smart grid funzionante è stata implementata mediante delle simulazioni in zone limitate da parte di Enel quali, ad esempio, il progetto europeo Grid4eu

Tornando ai 950 progetti totali, essi contano sulla presenza di vari enti o aziende partecipanti: ognuno annovera tra i 6 e i 76 attori coinvolti. Tali organizzazioni rientrano in 15 differenti categorie: produttori di energia elettrica, gestori di rete di trasmissione, gestori di rete di distribuzione, utility, venditori o rivenditori di elettricità ai clienti finali, aziende ICT e TLC, *technology manufacturer* (attivi nella progettazione e produzione di soluzioni di smart grid, in particolare soluzioni hardware), associazioni industriali, fornitori di servizi di ingegneria (come la progettazione e realizzazione di edifici a basso consumo energetico), università, centri di ricerca pubblici e privati, società di consulenza, istituzioni pubbliche, enti vari. In totale si contano 2900 organizzazioni.

Sono diversi gli enti normatori, gli istituti di ricerca riconosciuti che a livello internazionale si occupano in particolare dell'argomento. In particolare gli enti protagonisti nel settore elettrico sono a livello internazionale l'IEC (International Electrotechnical Commission) e, a livello Europeo, il CENELEC (Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Électrotechnique), che influenzano direttamente le normative nazionali in Italia con il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

A seguito delle azioni di coordinamento avviate dalla Commissione Europea è sorto lo Smart Grid Coordination Group (SGCG), definito anche come Coordination Group on Smart Energy Grids (CG-SEG), costituito da

CEN, CENELEC ed ETSI (European Telecommunications Standards Institute) in risposta al mandato della Commissione Europea M/490, per promuovere lo sviluppo delle smart grid in Europa.

Per quanto riguarda invece i principali settori coperti dai progetti di smart grid, sono stati individuati cinque comparti:

1. Smart Network Management, cui appartengono quelli mirati all'aumento della flessibilità operativa della rete elettrica attraverso funzionalità avanzate di monitoraggio e controllo della rete. Questo richiede abitualmente l'installazione di apparecchiature di controllo e monitoraggio della rete e comunicazioni dati rapide e in tempo reale;
2. gestione della domanda, che raggruppa progetti finalizzati a modificare modi ed entità dei consumi elettrici da parte degli utenti finali, in modo da ottimizzare la curva di carico. In particolare, tale sistema di gestione promuove l'efficienza energetica e stimola la scelta migliore delle fonti di approvvigionamento da parte del consumatore;
3. integrazione della generazione distribuita e accumulo: i progetti di quest'ambito sono incentrati su schemi di controllo avanzati e nuove soluzioni di telecomunicazione per integrare la generazione distribuita e l'accumulo di energia nella rete di distribuzione, garantendo affidabilità e sicurezza del sistema;
4. E-mobility: riguardano soluzioni focalizzate sull'integrazione intelligente di veicoli elettrici o ibridi plug-in nella rete elettrica;
5. integrazione delle fonti rinnovabili: vi rientrano i progetti pensati per integrare le fonti energetiche rinnovabili nella rete di trasmissione o di distribuzione ad alta tensione. Altre iniziative sono legate alla regolamentazione del mercato o alla cybersecurity.

## **I SEGRETI DI PULCINELLA DELLA RETE ELETTRICA cosa trapela dalla ricerca sulla smart-grid**

La questione energetica fin dalla prima rivoluzione industriale svolse un ruolo primario. Presupposto di qualsiasi processo produttivo, la sua evoluzione può in un certo senso fungere da indicatore, di quello che sarà il futuro sviluppo tecnico ed economico.

L'applicazione dell'informatica avanzata ai processi energetici può mettere in luce le contraddizioni e vulnerabilità attuali del sistema, ponendosi come una possibile soluzione in grado di affrontarle e in linea teorica superarle. Vero è che dalla teoria all'applicazione c'è di mezzo il mondo con la sua limitatezza e i suoi imprevisti, irriducibili ai calcoli più complessi.

Cosa si può trarre quindi dalle informazioni riportate in questo paragrafo?



## **Una rinnovabile necessità**

Le smart grid sono ampiamente considerate nella proposta di Piano nazionale per l'energia e il clima (Pniec) che fissa i principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030. Le reti intelligenti vengono menzionate, in particolare, tra le soluzioni utili a centrare gli obiettivi posti a livello ambientale e a livello di ricerca e innovazione.

La preoccupazione principale è rivolta all'inevitabile insufficienza energetica dovuta al progressivo esaurimento dei combustibili fossili e all'incremento dei consumi globali. Inoltre non è un segreto che gli effetti inquinanti della produzione energetica potrebbero determinare in un futuro molto prossimo una crisi produttiva, dovuta all'impoverimento e compromissione dell'ambiente. L'evoluzione decentrata dei processi produttivi e l'investimento nella produzione da fonti rinnovabili, sono due dei principali campi di investimento con lo scopo di cercare di tamponare i danni ecologici e migliorare l'efficienza e l'affidabilità del sistema energetico.

## **Una stretta dipendenza**

Innegabile è la stretta relazione che intercorre tra l'apparato telematico e quello energetico (non a caso si è venuti a conoscenza di questo settore di ricerca tramite la lettura delle relazioni sulla sperimentazione fatta a Prato sulla rete 5G), di cui si prevede la possibilità di una fusione in un'unica struttura. Se il primo è sempre stato dipendente dal secondo, con l'introduzione della smart-grid il rapporto diviene biunivoco.

La stretta dipendenza che intercorre tra il sistema energetico e i vari settori dell'apparato tecnico, implica che la vulnerabilità del primo possa essere un elemento preoccupante per la stabilità del secondo.

## **Una latente fragilità**

Un attacco alla rete elettrica se ben assestato potrebbe causare un insieme di eventi a catena (effetto domino) che potrebbe mettere a repentaglio il rifornimento energetico di tutto il continente. La preoccupazione di poter arginare un guasto o un'interruzione di corrente di qualsiasi entità, spinge gli stati e le aziende del settore ad investire ingenti somme nell'elaborazione di sistemi più efficienti di dispacciamento e di tecniche avanzate di autoriparazione. Un obiettivo di queste ricerche è di raggiungere un'autonomia dei nodi della rete elettrica tale che la sostituzione di un trasformatore ad

alta/media tensione non determinerebbe alcuna disfunzione nel garantire la fornitura di elettricità. Alcuni di questi sistemi di monitoraggio in parte sono già applicati sulla rete internazionale ad alta tensione. Ma non sono abbastanza. Delle falle ancora si verificano e l'imprevisto è ancora lì quattro quattro sull'uscio della porta.

La rete elettrica in Europa si potrebbe descrivere come una struttura compatta (dal Portogallo alla Turchia, dal Peloponneso alla Danimarca) e funzionante solo nel suo insieme. Le linee ad alta tensione tengono insieme il tutto, quando una di queste si interrompe il rischio è che la rete si possa sfaldare in più parti.

Il 15 gennaio 2021 si è verificata un'esplosione in una sottostazione elettrica di 400.000 volts in Croazia, che connette le linee ad alta tensione provenienti da Ungheria, Serbia e Bosnia. Dopo 14 ore per ragioni sconosciute saltano due interruttori di corrente, fermando così il flusso di elettroni. Ma l'elettricità che si muove alla velocità della luce cerca un'altra strada. La tensione sale sulle connessioni vicine facendo saltare un interruttore serbo e un altro in Romania. Poco dopo si disconnettono anche sette linee ad alta tensione e un trasformatore dalla costa adriatica alla frontiera tra Romania e Ungheria. Pochi secondi dopo tutte le grandi linee elettriche che collegano l'Europa del sud-ovest all'Europa del nord-est sono interrotte. Nella parte occidentale della rete mancano 6.000 megawatt l'equivalente di sei reattori nucleari. La frequenza della rete elettrica si abbassa di conseguenza: dev'essere sempre mantenuta a 50 hertz in tutta Europa perché tutti gli apparecchi elettrici sono fabbricati per funzionare su questo livello. In caso di calo eccessivo tutto si compromette fino a comportare un blackout generale. In Francia, nella sala di controllo nazionale di RTE, il gestore della rete di trasporto dell'elettricità, a Saint-Denis nella regione di Parigi, la mappa dell'Europa cambia colore: i paesi del sud-est passano da verde ad arancione, poi da arancione a rosso. In meno di 5 secondi si attiva un meccanismo di emergenza e diversi grossi siti industriali francesi vengono messi fuori funzione. Se la frequenza scende al di sotto di un certo livello, vengono erette automaticamente delle barriere di difesa per evitare che la frequenza continui a degradarsi fino a che il sistema elettrico si ritrova a terra. La stessa cosa si è prodotta in Italia che beneficia di un sistema di protezione di emergenza. In un secondo la rete risparmia 1700 megawatt. Questo non è bastato. È stata allora lanciata

una videoconferenza urgente tra una decina di paesi, e in dieci minuti è stato messo in atto un piano di azione. In Francia sono state attivate delle centrali a gas ed è stata aumentata la potenza delle centrali nucleari ed idroelettriche in cui era possibile farlo. L'Austria da parte sua ha portato al massimo le sue capacità produttive idroelettriche. La frequenza sulla rete è risalita. Dall'altro lato nei paesi del sud-est il problema era l'opposto: la frequenza era troppo forte. Delle centrali turche sono state fermate per farla calare. Un'ora dopo le frequenze nord e sud si sono sufficientemente equilibrate e le due placche sono state ricollegate. Dopo 15 ore dal guasto iniziale la rete elettrica europea si è riunificata. I gestori delle reti europee hanno affrontato in questo modo la loro più grave crisi dopo quella del 4 novembre 2006, in cui una linea che passava sul fiume Ems in Germania era stata messa fuori tensione per lasciar passare senza pericolo una nave da crociera. A causa di una cattiva gestione l'avvenimento aveva causato un'interruzione di corrente per 15 milioni di europei.<sup>8</sup>

Il possibile black-out europeo generalizzato, si è evitato grazie al coordinamento della rete ad alta tensione e ai sistemi di controllo avanzati che permettono in tempi brevissimi di riconoscere l'entità dell'interruzione e quindi intervenire nell'opera di dispacciamento. Si evince da questa vicenda il motivo di tanta preoccupazione nei confronti della fragilità della rete elettrica. Nonostante ciò le sperimentazioni relative alla smart-grid sono lontane dall'essere concluse. L'applicazione di tali tecniche necessita di costi e tempi molto elevati, quindi non è poi così vicino il tempo in cui il sistema sarà al riparo da sabotaggi e probabilmente mai arriverà. Ciò non toglie che alcune di queste tecniche potrebbero già essere state introdotte, ad esempio quelle che riguardano la loro applicazione all'interno della smart-city.

### **Una sensibile novità**

Un espediente in grado di tenere in considerazione sia la fragilità del sistema che l'impatto ecologico è la delimitazione della rete di distribuzione in celle isolate autosufficienti o *micro-grid*. Le *micro-grid* hanno come obiettivo quello di garantire un approvvigionamento costante e sicuro di energia

---

8) tratto dall'articolo "Energie : une illustration des possibilités de l'effet domino", dal sito in lingua francese "sans nom"

prodotta da fonti rinnovabili alle utenze richiedenti. Una fabbrica, un palazzo, un edificio pubblico, potrebbero in questo modo continuare a disporre di corrente elettrica anche in caso di black-out.

Non solo, le micro grid potranno essere sfruttate per lo stoccaggio di energia elettrica. Le peculiarità delle fonti rinnovabili come l'eolico e il fotovoltaico è la loro dipendenza meteorologica che ne determina una produzione discontinua. La diffusione di strutture dedite all'accumulo permettono di regolare i picchi produttivi in modo da equilibrare il flusso di corrente elettrica. Queste strutture verranno disposte per lo più negli ambienti urbani dove la richiesta energetica è maggiore e potranno essere utilizzate per altri scopi specifici, come nel caso delle colonnine di ricarica per mezzi di trasporto elettrici. Che queste trasformazioni siano già in atto non si può dirlo con certezza, ciò non toglie che conoscere i possibili nodi di questa rete intelligente, potrebbe rivelarsi un buon punto su cui insistere per riuscire a sbrogliarla.



## CONCLUSIONE

Opporsi alla rete 5G sembra un proposito utopico. I mezzi del nemico sono smisurati in confronto alle nostre minute benché non misere forze. In effetti è un'utopia bella e buona, tutt'al più dal momento che opporsi al 5G vorrebbe dire opporsi alla rete internet, con tutte le conseguenze che questo comporta. È ingenuo pensare di poter fermare l'installazione delle antenne senza allo stesso tempo mettere in discussione questo modello di sopravvivenza che ne ha un estremo bisogno. Insomma no rete no smart-working, no smart-working no quarantena, no quarantena... Ma d'altronde l'utopia, per chi desidera un mondo radicalmente diverso non è una tra le opzioni, è l'unica alternativa auspicabile; dal momento che tutto il resto è una riproposizione leggermente diversa della medesima realtà. Appellarsi alla legge non solo è eticamente discutibile, ma pure decisamente contraddittorio. È la stessa legge a prevedere un piano per l'installazione massiccia di ripetitori, anche a costo di invadere addirittura la tanto osannata proprietà privata. Se il progresso travolge chiunque si trovi sulla sua strada, come può anche solo venire in mente di rivolgersi a chi lo cavalca? In fondo, la situazione è tale che i propositi di chi vorrebbe cambiare il sistema un passo alla volta si rivelano una vana illusione.

La terra sta morendo, allo stesso tempo i circuiti di questo spaventoso complesso chiamato civiltà necessitano di essere alimentati. Come nutrire la popolazione di milioni di abitanti di una città, o fornirgli acqua, luce e distrazioni per non suicidarsi, senza inevitabilmente depredare il territorio circostante? Ancora peggio: come alimentare l'industria, il militarismo, la burocrazia... senza il carbone, il petrolio, il nucleare, o le rinnovabili (poco cambia in realtà)? La nuova rivoluzione industriale non fa altro che tappare le voragini prodotte da quelle precedenti. L'evoluzione digitale adempie, anche se fallacemente, al ruolo di rendere più sostenibile questo modello di non-vita. Essa non è uno scatto vertiginoso verso il futuro, semmai un passo obbligato verso il baratro. Fermarsi al passo precedente non è un'opzione considerabile dal momento che il terreno comincia a franare sotto i piedi. Non resta che proseguire verso il burrone, o abbandonare le zavorre e

fare un salto in tutt'altra direzione, senza sapere poi dove si atterrerà. L'ignoto resta comunque una ipotesi auspicabile di fronte alla certezza della catastrofe. Allora perché non tuffarsi. Esso può riservare delle sorprese... Come in Inghilterra quando nell'arco di pochi giorni, dal 2 al 5 di aprile, si sono verificati più di venti attacchi contro le antenne 5G, provocando il timore delle maggiori testate giornalistiche internazionali, che infamarono tali attacchi come frutto delle fake news sul covid.

Come il 5 maggio nei pressi di Parigi, quando due azioni nell'arco di una giornata hanno causato un notevole impatto sulla rete internet della zona. Nel comune di Ivry-sur-Seine, dove sono stati tagliati dei cavi che hanno interessato diversi comuni della Val-de-Marne, oltre che parte di Parigi. Togliendo potenzialmente i servizi di telefonia e Internet a circa 35.000; nella zona industriale di Vitry-sur-Seine, un po' più tardi, intorno all'ora di pranzo, dove alcuni cavi di rame sotterranei sono stati tagliati, di cui i danni hanno causato problemi di accesso a Internet per le imprese, le case vicine e le stazioni di polizia di Villeneuve-Saint-Georges e Alfortville.

Come a Marsiglia il 30 dicembre quando il secondo trasmettitore radiotelevisivo più grande di Francia è stato incendiato togliendo l'accesso alla televisione a ben tre milioni e mezzo di persone.

Nel 2020 incendi di ripetitori si sono riscontrati in tutta Europa. In Francia si contano più di un centinaio di antenne radio andate distrutte, in Italia si è certi di almeno una ventina di antenne tra Roma, Spezia, Caserta, Pisa, Lucca, Bologna, Verona, Cremona, Messina, Genova e sabotaggi rilevanti della fibra a Rieti, Trento, Rovereto, Roma. Non è poi così male come punto di partenza, proprio ora che questi sabotaggi trasmettono più che mai un messaggio dirompente. E che dire di chi ha pensato di portarsi avanti, come coloro che a fine febbraio 2021 in Francia hanno attaccato l'azienda rifornitrice di cavi Constructel, nel dipartimento dell'Isere, bruciando su due siti differenti sei veicoli, un ripetitore e alcune bobine di cavi per antenne e fibra ottica<sup>9</sup>; o di chi il 14 febbraio ha incendiato uno degli edifici dell'azienda OMMIC, uno dei leader europei nel settore dei

---

9) <https://roundrobin.info/2021/02/isere-francia-e-se-gli-stock-di-cavi-bruciassero/>

semiconduttori e dei circuiti integrati, che ospitava dei laboratori dove elaboravano e costruivano i loro marchingegni<sup>10</sup>. Le aziende coinvolte nella produzione e installazione di tali manufatti potrebbero essere dietro l'angolo, in fondo alla via in cui si porta a spasso il cane. Chi lo sa se anche l'incendio del capannone della ditta Ma.Vi.Con produttrice di materiale elettrico e informatico, il 13 marzo a Casoria, sia solo un caso?

La vera sfida del sistema tecnico oggi giorno non è tanto quella di adattare le macchine alle necessità complesse della produzione, semmai quella di adattare gli individui ad una società regolata sempre più da macchine. Sembra che tale intento si stia sostanzialmente concretizzando. Chi l'avrebbe mai detto che sarebbe bastata un'influenza per imporre a mezzo mondo delle procedure di comportamento standardizzate, ma soprattutto chi l'avrebbe mai detto che un'opposizione a queste disposizioni sarebbe stata quasi del tutto assente. Quando i tempi odierni ci mostrano il quadro di un'umanità quasi totalmente assorbita dalla realtà virtuale, dominata dagli imperativi del potere, quale altra prospettiva si può intraprendere se non quella di sgomberare il campo. Quando le menti sono ormai sature di algoritmi, configurate anch'esse per rispondere a stimoli meccanici, forse spegnere lo schermo potrebbe essere il miglior modo per cominciare ad aprire gli occhi. E se aprire gli occhi ci porta ad osservare una marea di cavi e piloni metallici, aguzzare l'ingegno potrebbe essere di stimolo per aguzzare lo sguardo. Se la quantità di impianti e connessioni continua ad aumentare, trasformando l'ambiente circostante in una grande prigione a cielo aperto, con un'aurea d'onnipotenza da far impallidire Orwell, Huxley o Philip Dick, dall'altro non serve un ingegnere per comprendere che un sistema interconnesso diviene vulnerabile appunto perché tale. Una miriade di antenne saranno più difficilmente difendibili rispetto a pochi immensi ripetitori. Ma soprattutto: se tutto fosse connesso, un malfunzionamento della rete potrebbe causare danni rilevanti alla gran parte degli apparecchi tecnici collegati, disabilitandone le funzionalità. Un intero edificio, un isolato,

---

10) <https://roundrobin.info/2021/03/limeil-brevannes-francia-liberta-amore-mio/>

un quartiere, una città, un intero stato potrebbero essere bloccati. Tale fragilità la attestano alcuni fatti.

Come l'incendio del 10 marzo a Strasburgo che ci dimostra come a volte "Anche i data-center bruciano"<sup>11</sup>. E non solo...

A Nashville il giorno di natale qualcuno ha scelto di fare un gran regalo a buona parte degli abitanti del Tennessee. Essi hanno potuto fare a meno delle formali quanto noiose telefonate di augurio, dei tanti film osceni proposti ogni anno alla televisione, delle tante e inutili informazioni "postate" sul web... e hanno potuto dedicare la propria giornata a se stessi o agli altri fisicamente presenti intorno a sé, o almeno ne hanno avuto la possibilità... All'alba del 25 dicembre un camper è saltato in aria davanti all'edificio della At&t, il gigante americano delle telecomunicazioni. La deflagrazione ha danneggiato il centro di rete ospitato nell'edificio, mandando in tilt le comunicazioni in mezzo stato. Non solo sono andati fuori servizio cellulari e internet ma nemmeno il numero di emergenza della polizia, il 911, è stato raggiungibile in una decina di contee, tra cui alcune a quasi trecento chilometri di distanza da Nashville. L'aeroporto della città è stato costretto a interrompere i voli proprio a causa dei problemi di comunicazione. La società ha dichiarato che l'edificio interessato è la sede principale di una centrale telefonica, con apparecchiature di rete al suo interno.

A Nashville un solo edificio in fiamme ha mandato in panne la rete telematica di un territorio vastissimo, cosa sarebbe potuto accadere se tutte le attività industriali, le infrastrutture, la sanità, i trasporti, l'energia, fossero state dipendenti dalla rete? Se la metropolitana, gli autobus, la segnaletica stradale, gli impianti luminosi e di sorveglianza, le apparecchiature domestiche, i computer, i telefoni... fossero stati collegati ad un software che ne consenta il coordinamento e l'attivazione?

Nessuno di quei mezzi tecnici che in una città garantiscono un qualsiasi servizio sarebbero stati utilizzabili. E quindi... tutto fermo!

Un mondo iperconnesso e fragile. La realtà d'oggi si avvicina sempre più a questa concezione. La dipendenza dalla connessione ad internet è sempre

---

11) <https://finimondo.org/node/2539>

più una constatazione di fatto. Come sarebbe possibile una quarantena generalizzata senza il supporto funzionale e spettacolare del web?

Oggigiorno le catene sono sempre più digitali. Per poterle spezzare, non sarebbe forse un bene se la resistenza a una nuova rete, eretta sopra la propria testa, si tramutasse in un attacco contro ogni cavo che si attorciglia sul proprio corpo. Consapevoli di una intrigante suggestione:

Quando tutto diventa uno è consequenziale che uno possa diventare tutto. Nessuna massa o lotta popolare sono necessarie per questo, solo un individuo consapevole e determinato può spingersi così oltre. Individui in grado di scardinare la realtà con i propri sogni. Nessun partito o comitato può recuperare le azioni di un movimento che non esiste. Solo chi è in grado di bastare a se stesso e desiderare l'ignoto può cogliere l'inesauribile orizzonte di possibilità che tale intuizione gli riserva.

