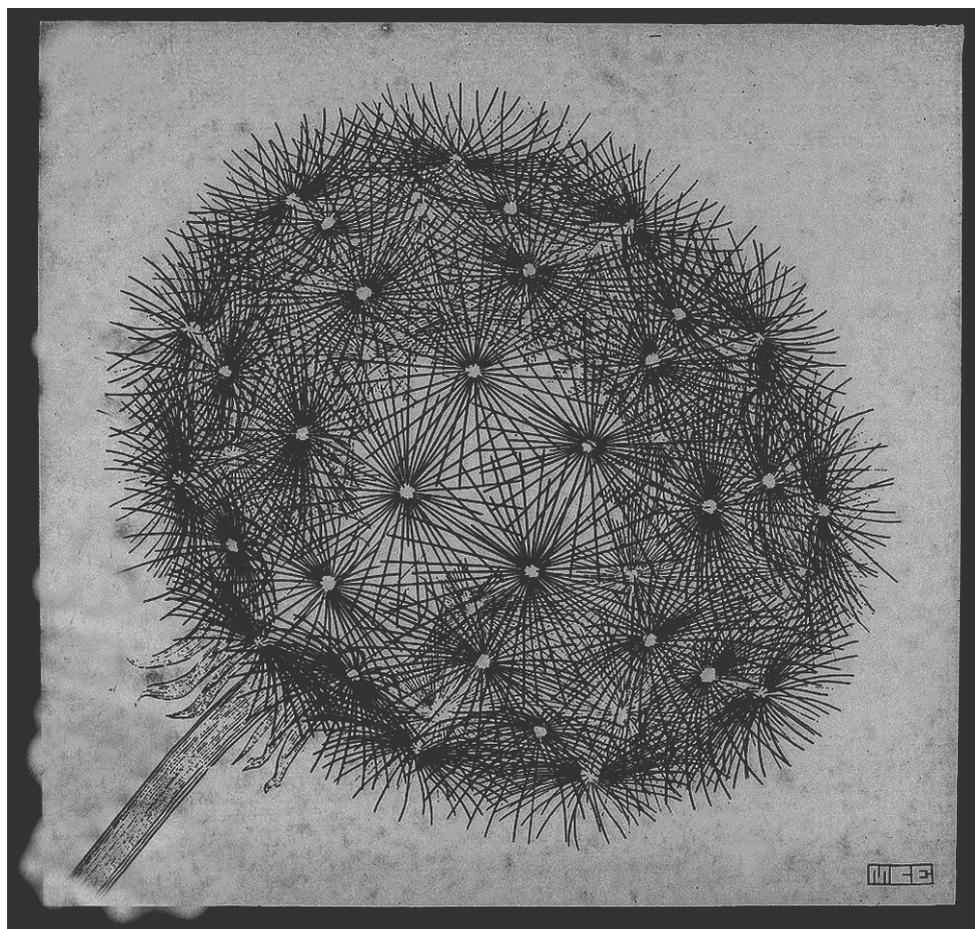


5G & ENERGIA

AGUJEROS EN LA RED

*entre
sinécdoques y paradojas*



INTRODUCCIÓN.....	3
En este mundo de datos.....	3
5G: DE QUE ESTÁ HECHO.....	8
EL INTERIOR DE UNA ANTENA 5G.....	10
CONEXIÓN SUBTERRÁNEA.....	15
INFINIDAD DE APLICACIONES, UNA SOLA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	18
¿QUÉ ES UNA SMART-GRID?.....	19
¿CÓMO ESTÁ HECHA?.....	21
LOS COMPONENTES DE LA SMART-GRID.....	25
ALGUNAS FUNCIONES DE UNA SMART-GRID.....	28
SMART-GRID E INTERNET OF THINGS.....	30
PROYECTOS.....	31
LOS SECRETOS DE PULCINELLA DE LA RED ELÉCTRICA. Lo que se desprende de la investigación en smart-grid.....	33
CONCLUSIÓN.....	38

INTRODUCCIÓN

En este mundo de datos

El camino de la crítica está sembrado de dudas, a menudo el camino se bifurca y quienes lo recorren se enfrentan a una elección, y las estrellas no siempre son claramente visibles. La elección de escribir esta publicación no está exenta de posibles críticas. Tratando de abordar estas cuestiones críticas es como este escrito ha tomado la forma que tiene. Ahora bien, si tuviéramos que considerar una pregunta capaz de acercarnos lo más posible al núcleo de la cuestión, la que puede representar en el mejor de los casos tal perplejidad podría ser la siguiente:

¿por qué tanto tiempo y energía dedicados a profundizar en el desarrollo y la aplicación de una sola técnica, arriesgando así a establecer una jerarquía ficticia entre las técnicas, cuando todas contribuyen, aunque de forma diferente, al buen funcionamiento del sistema?

Mucho se ha oído hablar en los últimos tiempos sobre la red 5G, esta consideración no es relevante. La motivación de este fanzine no tiene nada que ver con la "popularidad" del tema. Tampoco son los efectos nefastos de dicha técnica lo que pretendo poner en el asador. Ciertamente, la intención no es convencer a todo el mundo de que se lance de cabeza a luchar contra el nuevo peor enemigo del momento. Este texto no pretende mostrar cómo el desarrollo del 5G puede cambiar el mundo a peor, ni cómo su uso provocará una mayor pérdida de libertad y un mayor empobrecimiento en lo ecológico, social, intelectual, emocional, existencial. Afortunadamente, otros estudios en profundidad publicados en diversos periódicos, revistas o páginas web ya tratan este tema, en mi opinión de forma exhaustiva. Lo que intentamos hacer aquí es detenernos sobre algunos aspectos que hasta ahora nadie (o al menos que yo sepa) había tratado. El propósito de este escrito es recopilar y organizar una serie de informaciones y consideraciones que han surgido al inspeccionar las entrañas de esta enorme hidra tecnológica, cuyo abdomen se ha vuelto difícil de ver dadas las innumerables cabezas.

Una contribución de este documento podría ser destacar algunos aspectos que pueden interesar a quienes ya aborrecen esta innovación y, por tanto, les

gustaría conocerla un poco mejor para entender a qué se enfrentan materialmente.

Pero la perplejidad continúa: ¿por qué el 5G?

El entusiasmo por profundizar en la cuestión del desarrollo de la red 5G y de cómo esta técnica va a alimentar el proceso progresivo de digitalización, viene provocado sobre todo por algunas reflexiones sobre las especificidades de esta técnica y, más ampliamente, del sector al que pertenece, el de las telecomunicaciones.

Alguien escribía en los años 80:

*"Ya no estamos en una sociedad dominada por el imperativo de la producción, sino por la emisión, la circulación, la recepción, la interpretación de la información: exactamente lo que permite la constitución del sistema. Las partes ya no están sólo coordinadas, ni simplemente conectadas entre sí. No están unidas materialmente, pero cada una emite y recibe información, y el sistema se mantiene gracias a la red de información incesantemente renovada."*¹

Si la información es el medio a través del cual es posible la coordinación de los distintos componentes del sistema técnico, en un mundo cada vez más digitalizado, este papel lo desempeña principalmente un canal característico, el informático. Los datos informáticos son hoy en día un material clave a través del cual se configuran las nuevas aplicaciones del poder. A través de su recopilación, en relación con los comportamientos, las necesidades, los parámetros ambientales... la existencia en la sociedad se vuelve cada vez más predecible y controlable. Recogidos y clasificados según determinadas tipologías, permiten que el sistema se adapte hacia una mayor eficiencia y omnipresencia. Aplicados a los procedimientos técnicos que regulan los *mecanismos* sociales, permiten adaptar a los individuos a este paradigma.

En estos tiempos en los que el pretexto de la "lucha contra el virus" parece haber paralizado la economía, así como toda forma de socialidad, el capitalismo, pero también el Estado y el sistema técnico, no atraviesan una fase de "debilidad" sino de cambio. Esto implica un cambio en la organización de la sociedad y en los equilibrios de poder.

Encerrados en casa, estar en la sociedad se ha convertido en estar en una plataforma web. Así, de un momento a otro, lo que todavía tenía apariencia

1 J. Ellul (1977), *"El sistema técnico"*

de posibilidad útil se ha convertido en la única dimensión permitida. La escuela, el trabajo, el consumo, el ocio, el sexo... todo está mediado por los píxeles de una pantalla, y entre una pantalla y otra por ese conjunto de cables de fibra óptica en constante despliegue y por esos postes metálicos que en primavera parecen brotar en los campos como espárragos.

El seguimiento de los movimientos, los hábitos, las actitudes de comportamiento, para construir perfiles personales, es cada vez más fácil gracias al cotejo de una miríada de datos, acumulados por una enorme cantidad de dispositivos conectados, y no sólo por los propios ordenadores y teléfonos inteligentes utilizados conscientemente, sino también por todos los dispositivos equipados con sensores que forman parte del mobiliario doméstico y urbano. Y esos datos que no son inmediatamente útiles para el funcionamiento del dispositivo, son definidos como "surplus" de información que luego podrá ser utilizada por la policía, las empresas, los centros de investigación...

La técnica que permite recoger todos estos datos se llama IoT (Internet de las cosas). En realidad, más que una técnica es una concepción de la misma, esto es, un conjunto de dispositivos conectados a una red, en comunicación e interacción entre ellos y considerados como un todo. Mike Kuniavsky, pionero y primer defensor de esta concepción, la describe como un modo de existencia en el que "la computabilidad y la comunicación de datos [están] integradas y distribuidas en la totalidad de nuestro entorno". Es decir, una colonización total de la existencia desde una perspectiva ambiental y de comportamiento por parte de la tecnología digital. El IoT más que una estructura en fase de construcción puede considerarse como un proyecto en continua expansión, pero este proyecto necesita una red física sobre la que poder configurarse.

Llegados a este punto, tal vez sea posible exponer algunos buenos argumentos en respuesta al fiasco que se cierne desde el comienzo de esta introducción.

El río del progreso corre por una cuenca artificial: hay que alimentarlo para que no se seque. El deshielo de los glaciares amenaza el destino de este curso de agua no natural, cada vez más expoliado por las necesidades de agua de las ciudades con sus campos intensivos e industrias. Y una civilización sin progreso es una civilización destinada al declive. Así que, para que no se seque, hay que canalizar hacia él decenas, cientos, miles de afluentes, para

que el caudal siga aumentando. Pero solo un exigente trabajo de reestructuración puede respaldar este plan. Hay que construir miles de canales donde antes no los había y ensanchar todo el lecho del río para que el embalse siga creciendo.

Ahora bien, si en lugar de agua imaginamos paquetes de datos, en lugar de canales pensamos en cables de fibra óptica y el lecho como la red de antenas repetidoras 5G, la metáfora podría dar la idea de la reestructuración informática que está teniendo lugar. La red 5G es solo una parte de este proyecto, pero tiene la peculiaridad de ser quizás la parte más vinculante. Por ello, hemos optado por centrarnos en la red 5G de forma predominante respecto al resto, aunque en este documento también se consideran algunos aspectos que van más allá de este único ámbito. Porque quizá sea hoy una de las técnicas más funcionales para permitir esta evolución.

Esta evolución forma parte de un proceso denominado "revolución 4.0" que implica una transformación global del sistema tecnoindustrial. Así como en el pasado el uso del carbón y la máquina de vapor, la extracción de petróleo y la fisión nuclear, permitieron un crecimiento exponencial y la centralización del sistema de producción, hoy la aplicación de las técnicas digitales anuncia el advenimiento de una nueva aceleración. Esta transformación es más evidente desde que la gestión de la pandemia de Covid19 ha permitido una expansión generalizada de los procesos de automatización, rindiendo posible una gestión digitalizada de la mayoría de los procesos de producción.

"Se trata de la integración y la convergencia de las tecnologías digitales, físicas y biológicas en una nueva visión del planeta y de la humanidad... Mientras que gran parte de los procesos de producción en las fábricas ya están ampliamente automatizados, otros sectores están a punto de sufrir cambios similares. Según algunas estimaciones, en 2035 el 86% de todos los puestos de trabajo en la industria de la restauración, el 75% en el comercio y el 59% en el entretenimiento podrían estar automatizados. En el Reino Unido, el 25% de los puestos de trabajo en cajas de supermercado se perdieron entre 2011 y 2017 con la introducción del pago por máquina. La compra a distancia y el reparto a domicilio es otro de los sectores en plena automatización, cuyo gran modelo es la organización del trabajo tal y como ocurre en los almacenes de Amazon o Alibaba. En diversas ciudades de todo el mundo están en curso notables experimentaciones para la sustitución de los repartidores humanos por robots y drones. Además, estimaciones más

generales temen una pérdida del 54% de los puestos de trabajo en las próximas dos décadas en la Unión Europea si la expansión y el desarrollo de la automatización mantienen el ritmo actual. Pensemos también en la previsible generalización de las impresoras 3D, que permitiría sustituir a los trabajadores que fabrican objetos por máquinas que los imprimen. O las posibilidades que abren los algoritmos y el Big Data para sustituir a los dependientes en ventanillas y oficinas, en la contratación de un seguro o incluso en un diagnóstico médico realizado a partir de decisiones automatizadas. Está claro que la naturaleza del trabajo cambiará en los próximos años".²

Para que estas previsiones se hagan realidad, será necesario desarrollar una red ultrapotente que permita aprovechar el flujo de miles de millones de datos, producidos y utilizados por millones de dispositivos digitales. Aparatos ensamblados, a partir de materiales increíblemente tóxicos, en los peores lager [campo de concentración] del aparato industrial.

Pero, por otro lado, la ampliación de la red no es discutible, ni siquiera aplazable, como se desprende de la rapidez y el celo con que Estados y empresas la están afrontando.

"La emergencia que estamos viviendo ha agudizado la importancia para el país de contar con una infraestructura de telecomunicaciones moderna y ha acelerado la adopción de modelos digitales por parte de empresas y administraciones", afirma Aldo Bisio, consejero delegado de Vodafone Italia, "por lo que continuamos con nuestra estrategia de inversión para acompañar la transformación digital del país. El 5G no es sólo una oportunidad, sino una necesidad para soportar la tendencia de crecimiento exponencial de la demanda de datos, acelerada por la pandemia".

Ahora bien, como se ha dicho anteriormente, el riesgo de este tipo de camino es centrarse en una clave de lectura del mundo que podría convertirse en monolítica. Pero, al mismo tiempo, es indudable que detenerse en este tema específicamente da la posibilidad de conocer de forma más detallada un elemento del sistema al que se le atribuye una notable importancia y se espera que dicha información pueda ser un buen arsenal para quien se oponga a este tipo de mundo y opte, de una u otra forma, por combatirlo.



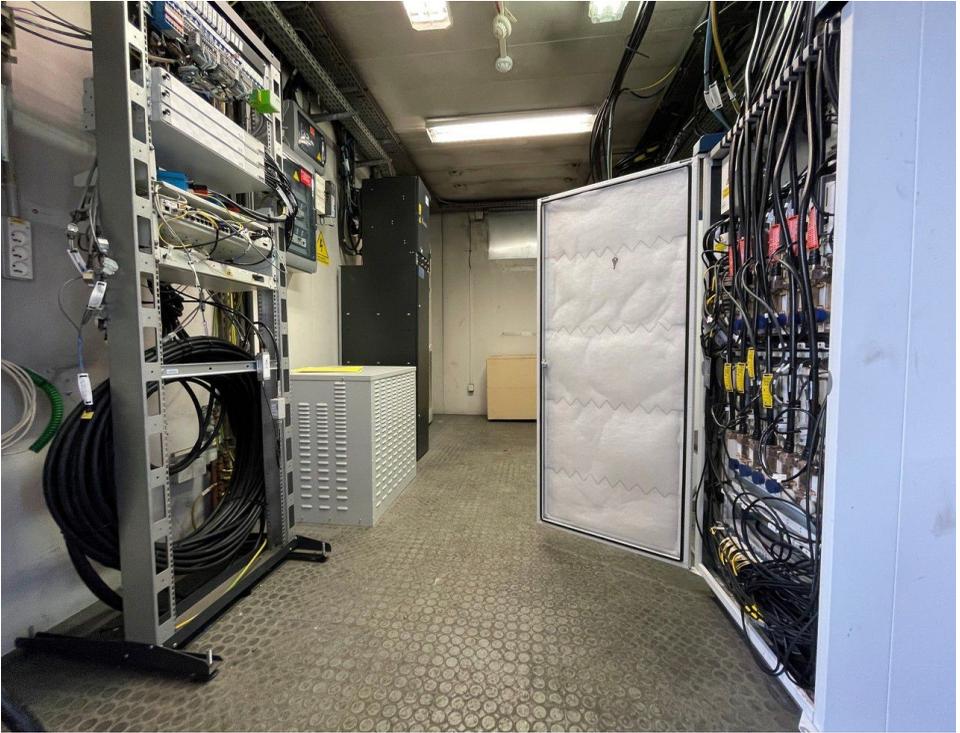
En Italia, serán las siguientes compañías las que instalen las antenas: Wind, Tim, Vodafone, 3, Fastweb, Iliad; y los colosos chinos Huawei y Ste (de propiedad estatal). Ya se han instalado en ciudades y se prevé una integración de gran parte del territorio italiano antes de finales de 2021. No solo en ciudades y áreas industrializadas, lugares privilegiados para la introducción de nuevas técnicas vanguardistas, sino también en el campo (donde el 5G será necesario para el desarrollo de la Agricultura 4.0), en pequeñas localidades montañosas (en mayo de 2018 se seleccionaron 120 en Italia) y también en bosques para controlar la “salud” de las plantas y comprobar la calidad de la madera.

Pero vayamos a ver más específicamente a lo que se refiere cuando se habla de antenas/repetidores 5G.

EL INTERIOR DE UNA ANTENA 5G

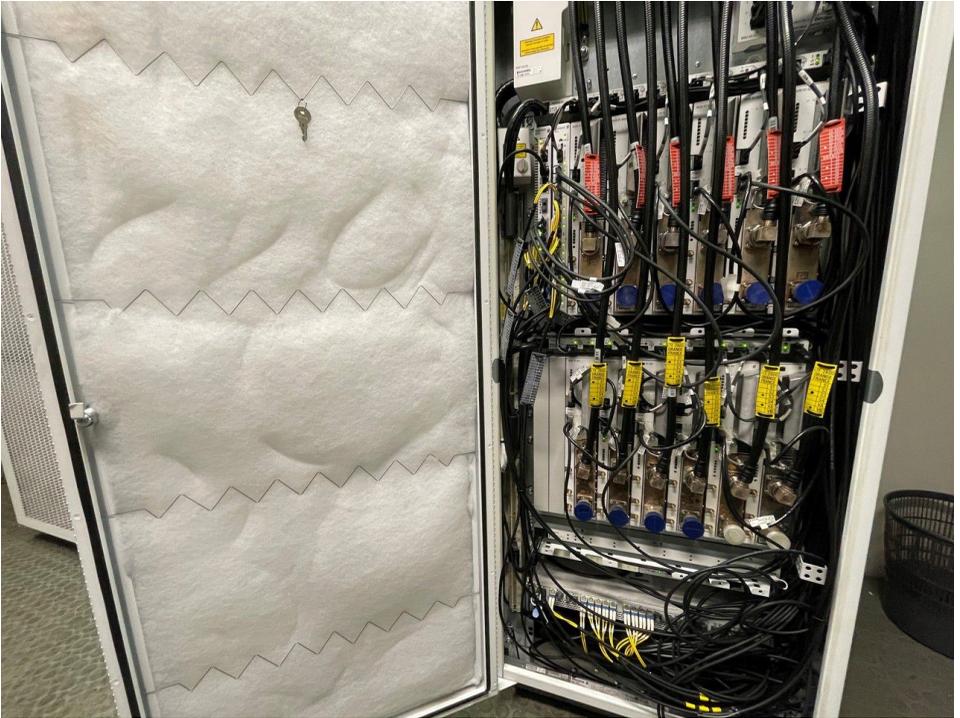


Se ha decidido incluir en este capítulo la información publicada en un artículo del periódico francés “Le Parisien” (26/11/2020). En él se describe el funcionamiento y el aspecto de un repetidor destinado a la transmisión de la red 5G del operador francés Orange, este tipo de instalación es el mismo que emplean los operadores en competencia por cubrir todo el territorio francés de aquí al 2030. Se ha considerado interesante reproducirlo dada la poca disponibilidad de material fácilmente accesible sobre el tema. Esto no quiere decir que se pueda descartar una potencial incongruencia entre el funcionamiento y el aspecto de las antenas 5G instaladas en Francia, Italia o España, aunque se presupone improbable.



En el corazón del « shelter »

Cada estación base incluye una zona técnica con al menos tres armarios radio y las cabinas eléctricas que los alimentan. Situado bajo el poste donde se fijan las antenas, el « shelter » (lit. “refugio” en inglés) aloja el corazón de la estructura. Los aparatos funcionan constantemente y un climatizador se encarga de regular la temperatura y mantenerla por debajo de 60°C, con una media de alrededor de 22°C las veces que hemos estado. El cuarto tiene sensores y una centralita de alarma conectada al servicio de supervisión del operador para notificar irregularidades.



La cabina radio, el regulador

Emitido por las antenas, el internet móvil se apoya en las redes fijas y terrestres de un operador. Por lo tanto, el flujo de datos llega por alguno de los cables de fibra óptica que salen hacia una cabina radio donde el sistema modula y amplifica esta señal – de datos virtuales – antes de enviarlo hacia la antena que los distribuirá a los clientes mediante una frecuencia de ondas específica.



En la base, la alimentación eléctrica

Antes de ver más de cerca la diferencia física entre las antenas 4 y 5G, hay que interesarse en el funcionamiento de las últimas, que aparecen siempre en clúster³ de 3. Una antena 5G necesita estar bien alimentada con electricidad porque es activa y va en búsqueda de las necesidades de los smartphones mientras que una antena 4G, más pasiva, se limita a cubrir una zona⁴. Son por lo tanto tres cables de fibra óptica y otro de alimentación los que se conectan directamente a la antena.

Las antenas, la parte visible

Indicio visible de un emplazamiento, sirven para emitir y recibir en forma de ondas electromagnéticas. Por sistema son 3, para cubrir un sector de 360^a con una potencia de emisión fijada por la ley y controlada. El poste de unas decenas de metros puede albergar dos tipos de antenas. Las más imponentes, en lo alto, hacen funcionar las redes 2, 3 y 4G. Las más compactas, por

3 cluster: en informática, agrupación de dispositivos que forman un conjunto integrado

4 *No significa que las antenas 5G consuman más energía. En teoría la emisión de ondas 4G es indiscriminada mientras que para el 5G es selectiva: envía solo las necesarias para cada dispositivo, con el consecuente ahorro de energía. Pero al ser mucho mayor el número de repetidores, también debería ser mayor el consumo energético total.*

debajo, están destinadas a la nueva red móvil 5G. Mediante este tipo de emplazamientos de transceptores los operadores forman una retícula, y con ella una red nacional que permite a un teléfono/smartphone pasar de una célula a otra. Una antena de retransmisión instalada en una densa zona urbana cubre los terminales en un radio de entre 500m y 1km.

En zonas rurales puede cubrir algunas decenas de kilómetros, puesto que la señal se debilita con la distancia.



La antena 5G más de cerca

Las antenas 5G – con forma de caja cuadrada – se distinguen por su tamaño más pequeño, que en teoría envían menos señales. Cada antena es inteligente y contiene un sistema de micro antenas; algunos algoritmos calculan y emiten ondas a un punto preciso, como un smartphone.



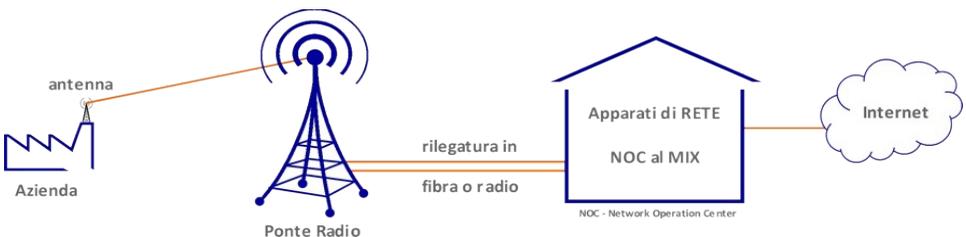
CONEXIÓN SUBTERRÁNEA

El papel de la fibra óptica

"Las prestaciones de la tecnología 5G requieren una red de interconexión de emplazamientos móviles de alto rendimiento que permita esta evolución tecnológica; solo una infraestructura compuesta exclusivamente de fibra óptica, ampliamente distribuida, puede satisfacer adecuadamente esta necesidad, garantizando velocidades no de megabits sino de gigabits por segundo. Las redes de cobre o mixtas de fibra y cobre no son suficientes y representarían un cuello de botella para una red 5G. Open Fiber desempeña un papel fundamental en el desarrollo de este ecosistema. Por lo tanto, el despliegue del 5G puede ser habilitado por la red de fibra óptica de Open Fiber, que está extendida por todo el país: 271 ciudades en el clúster A-B y más de 7.600 municipios en el clúster C-D y, por lo tanto, será el verdadero facilitador del desarrollo del 5G en Italia.

La fibra óptica puede existir sin el 5G, pero el 5G no puede existir sin la fibra óptica".

Del sitio web de Open Fiber.



Es interesante darse cuenta que el funcionamiento de las antenas 5G estará estrechamente ligado a la propagación del flujo de datos a través de la fibra óptica. Y es por esto que nunca se había instalado tanta la red de fibra como ahora.

Hoy el principal instalador es *Open Fiber*, que pertenece a la *Cassa depositi e presidi* y a *Enel*. A mediados de octubre de 2020 se firmó un importante préstamo internacional para apoyar el plan de expansión de la red de fibra. Según la propia empresa:

"Se trata de una nueva demostración de la confianza depositada por el mercado en el plan de Open Fiber que, con las inversiones privada y pública, asciende a más de 7.000 millones de euros (de los cuales 3 ya se han ejecutado) y prevé la conexión de unos 20 millones de unidades inmobiliarias en Italia en las ciudades (zonas negras), en los municipios más aislados y pequeños (zonas blancas) y en los distritos industriales (zonas grises). A día de hoy, a menos de cuatro años desde su nacimiento, Open Fiber, con más de 9,5 millones de unidades inmobiliarias conectadas, es con diferencia el primer operador de Italia en el ámbito de las infraestructuras de fibra completa, el tercero de Europa y el primero (de nuevo en Europa) sólo entre los operadores wholesale only⁵".

Además, parece estar llegando a buen puerto el proyecto de crear una red nacional única mediante la fusión de las infraestructuras de Open Fiber y Tim. Para que pueda llevarse a cabo esta transacción, Enel tiene que renunciar a su cuota del 50% de Open Fiber en favor de Tim.

Otro operador que se ocupa de la distribución de la fibra es *Infratel Italia (Infrastrutture e Telecomunicazioni per l'Italia S.p.A.)*, una empresa in-house⁶ del Ministerio del Desarrollo Económico italiano, perteneciente al *Gruppo Invitalia*. Operativa desde 2005, es responsable de los 'Planos Banda Ancha' y 'Banca Ultra Ancha' (Ultra Wire Band, UWB) del gobierno.

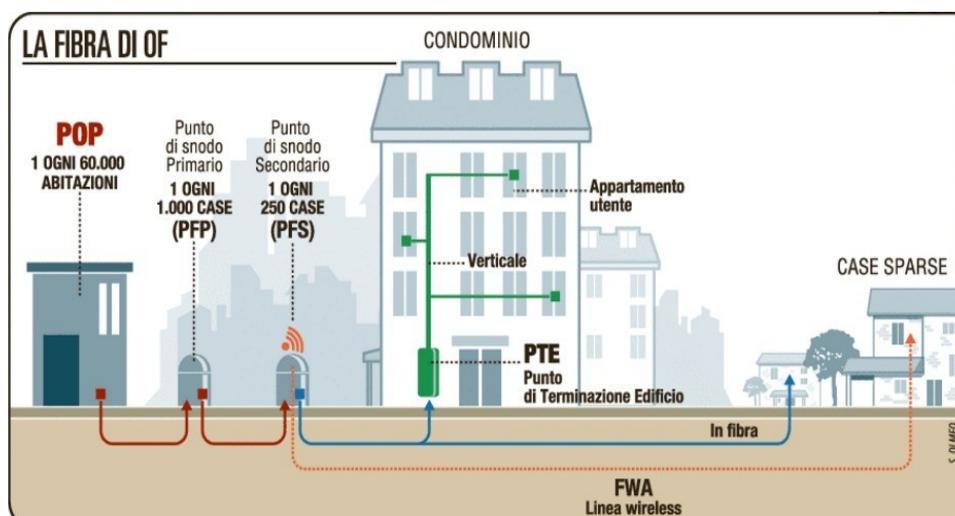
5 Literalmente traducible como "solo mayoristas", con esta terminología en realidad se entiende un modelo de red fornido por operadores "puros" de infraestructuras, a los que pueden acceder todos los operadores independientemente.

[Nota a la traducción española]: esta misma línea sigue CELLNEX, principal proveedor de antenas y conexiones enfocadas al IoT, que está adquiriendo gran cantidad de licencias de emplazamientos para antenas, además de firmar contratos con las principales compañías de telefonía e internet por toda Europa.

6 Se entiende comúnmente el fenómeno de las sociedades anónimas, más raramente S.L., en las que el Estado, las autonomías y las autoridades locales tienen una participación directa o indirecta.

“Su objetivo es intervenir en los ámbitos en los que el mercado falla, mediante la construcción e integración de infraestructuras de banda ancha y ultra ancha capaces de ampliar las oportunidades de acceso a Internet rápido para los ciudadanos, las empresas y las administraciones públicas.”⁷

La fibra óptica constituye los fundamentos sobre los que se apoyarán en un futuro cercano las antenas 5G. Si se quiere combatir dicha red conviene tenerlo en cuenta. Basta pensar en lo que ocurrió el 3 de febrero en Yuts (Moselle, Francia), donde alguien, cortando la fibra óptica necesaria para el funcionamiento de una central de telefonía de los operadores SFR y Bouygues, dejó fuera de servicio medio centenar de repetidores.



7 En <https://bandaultralarga.italia.it/> se puede ver la expansión en las zonas blancas (Italia).

España: El Programa PEBA-NGA, activo entre 2013 y 2019, concedió ayudas 478,90 millones € a 130 operadores para 753 proyectos. En la convocatoria de 2020 se aprobaron 150 millones € de ayudas para 2020-22 (cofinanciadas por el FEDER), con el objetivo de ampliar el despliegue de redes ultra rápidas en las zonas rurales y con menos población.) El 14 de junio de 2021 el Gobierno lanzó el nuevo Programa para extender banda ancha ultra rápida al 100% del territorio español (UNICO), con una primera convocatoria de 250 millones de euros, la mayor de la historia.
https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/210614_np_unico.aspx

INFINIDAD DE APLICACIONES, UNA SOLA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La red 5G como ya se ha mencionado, permitirá un mayor desarrollo y aumentará la complejidad del aparato técnico en muchos ámbitos de la sociedad. También es gracias a esta estructura que hoy en día se habla cada vez más de smart-city, domótica, industria 4.0, escuela online, agricultura digital, telemedicina, etc. Las innovaciones dentro de cada uno de estos sectores serán innumerables, los objetos capaces de recoger datos y comunicarse entre sí se adaptarán a cada uno de estos contextos específicos. Los propios sectores estarán cada vez más moldeados por las necesidades del sistema globalmente concebido: los datos recogidos en un hospital sobre el perfil de un usuario servirán para dirigir el desarrollo de la industria farmacéutica, la capacidad de un producto para adaptarse a los procesos cada vez más digitalizados de las empresas alimentarias determinará la elección del tipo de cultivo y los métodos que se aplicarán en los campos, el perfil escolar de un "usuario" permitirá predecir su potencial adaptación a un proceso de producción en futuros trabajos, o sus posibilidades de contraer patologías psíquicas, o su predisposición a la delincuencia... estas conexiones ya existían, pero con la diferencia de que ahora pueden producirse de forma inmediata y sin mediación humana.

Para saber más, basta con leer los informes sobre los distintos proyectos de investigación sobre el 5G, en curso o ya realizados. Para cada una de estas áreas se pueden encontrar estudios sobre la aplicabilidad del Internet de las Cosas (IoT), proyectos que prevén la introducción de nuevos dispositivos inteligentes como cámaras, sensores, pantallas táctiles... y previsiones sobre las consecuencias sociales y medioambientales de estos cambios.

Se podría haber escrito un libro sobre la transformación de cada uno de estos contextos y las consecuencias de dicho cambio, pero habría sido demasiado costoso, y quizás, un factor de desorientación respecto a las intenciones de este escrito. Por lo tanto, en este capítulo nos limitaremos a esta breve introducción, que tiene como único propósito mencionar algunas de las innumerables aplicaciones del 5G, confiando en el interés de cada uno el buscar más información de forma autónoma si así lo desea. Esta elección

tiene un motivo: centrarse mejor en un área concreta de aplicación del internet de las cosas, esa área de la que dependen todas las demás, lo que expertos e investigadores llaman *smart-grid*: la gestión “inteligente” del aparato energético.

¿QUÉ ES UNA SMART-GRID?

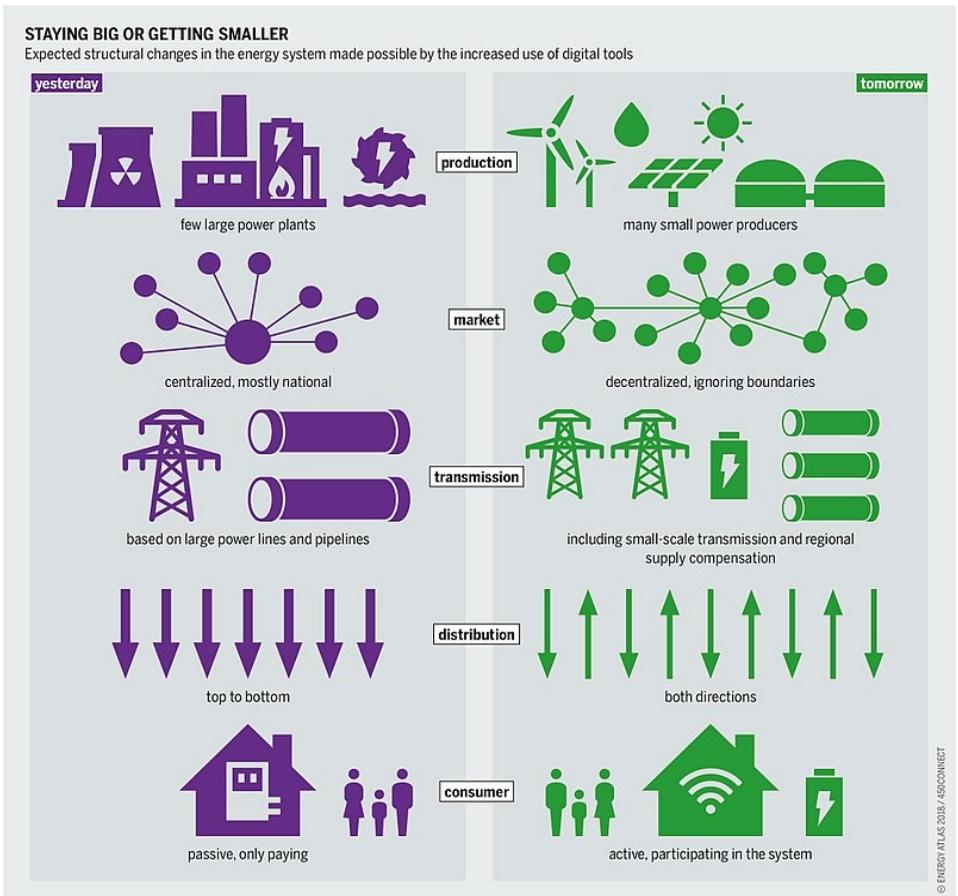
En la ingeniería eléctrica y de las comunicaciones una *smart-grid* es la combinación de una red informática y una red de distribución eléctrica. La conexión entre ambas permite gestionar la red eléctrica de forma “inteligente” bajo varios aspectos o funcionalidades, como gestionar de forma eficiente la distribución y hacer un uso más racional de la energía minimizando al mismo tiempo eventuales sobrecargas y variaciones de tensión. Todo ello teniendo en cuenta un sistema de producción diferente que no solo contempla la presencia de *generación centralizada* conectada, como es habitual, conectada a las grandes redes de distribución de energía, sino también una fuerte presencia de *generación distribuida*, incluso de pequeño tamaño, ubicada en nodos periféricos de las redes de distribución que generalmente están diseñadas en un esquema de árbol y tradicionalmente diseñadas para flujos de energía unidireccionales (del centro hacia los nodos periféricos).

Por tanto, la *smart-grid* es un conjunto de redes eléctricas y de técnicas que, gracias al intercambio recíproco de información, permiten gestionar y monitorizar la distribución de electricidad de todas las fuentes de producción y satisfacer las diferentes demandas de los usuarios conectados – productores y consumidores– de forma más eficiente. Las *redes inteligentes* formarán parte de ciudades “inteligentes” (*smart-cities*), capaces de responder de manera rápida, eficaz y focalizada a las exigencias energéticas de los ciudadanos.

El concepto de *smart-grid* nace y se desarrolla en Europa en 2006 a manos de la *European Technology Platform (ETP) for the Electricity Networks of the Future (SmartGrids)*, la Plataforma tecnológica europea para las *Smart-Grid*. La primera definición oficial de *Smart-Grid* la hizo el *Energy Independence and Security Act de 2007 (EISA-2007)*, aprobado por el Congreso de los Estados Unidos en enero de 2007. El apartado XIII de este borrador de ley aporta una descripción con diez características que puede considerarse una

definición clave para la *smart-grid*, que tiene como elemento común a la mayor parte de las definiciones el uso y aplicación de técnicas digitales y de comunicación en la red eléctrica, convirtiendo el flujo de datos y la gestión de información en algo central para la *red inteligente*.

El concepto de las *smart-grid* introduce un importante paradigma de la distribución eléctrica, consecuente del desarrollo de la producción descentralizada de energía. En el ámbito de la ingeniería eléctrica se trata de una tipología de gestión, ya no basada en pocas centrales eléctricas dispersas por el territorio con extensas redes de transmisión y distribución, sino en muchas unidades productivas, de pequeña y media dimensión, distribuidas de forma homogénea por el territorio y conectadas a través de redes de bajo voltaje.



¿CÓMO ESTÁ HECHA?

Red tradicional

Antes de adentrarnos en las características de las redes inteligentes viene bien ilustrar, en síntesis, como funciona la transmisión en la red eléctrica tradicional.

La red tradicional permite el flujo entre la central de producción de electricidad y su distribución desde los proveedores a los usuarios finales. Está formada por dos partes:

- una red de transmisión a gran distancia, a alta tensión;
- una red de distribución formada por líneas de media y baja tensión.

La red eléctrica de transmisión está conectada a la de distribución por transformadores primarios de alta o ‘muy alta’ tensión a media tensión según el siguiente esquema:

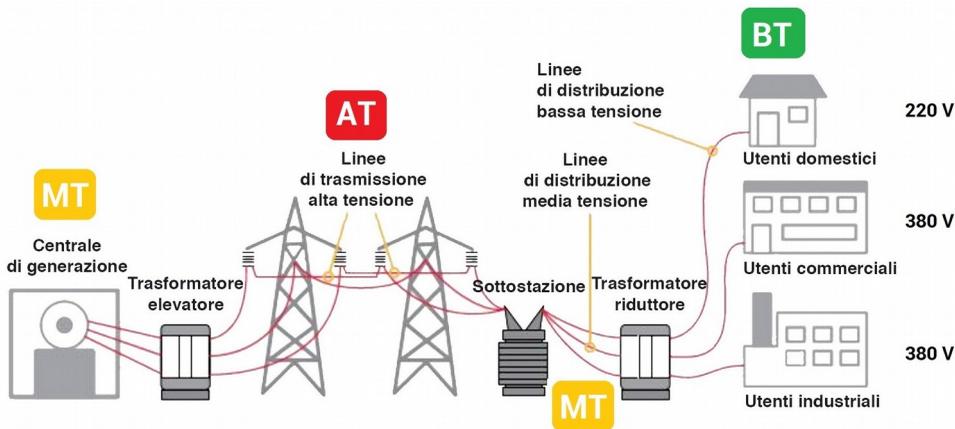
TRANSMISIÓN (alta tensión) → → CABINAS PRIMARIAS DE
TRANSFORMACIÓN (de ‘muy alta’/alta tensión a media tensión) → →
DISTRIBUCIÓN (media y baja tensión)

En la práctica, la energía producida por las centrales primero es transportada grandes distancias a través de las líneas de alta tensión, que constituyen la *red de transmisión*. Esta carga eléctrica llega hasta las cabinas de transformación a media y baja tensión, que corresponde a la demanda normal de la vida cotidiana: los usuarios industriales trabajan a media tensión (MT), y los usuarios domésticos a baja tensión (BT). De los transformadores la carga sigue fluyendo hacia a través de las líneas de distribución hasta los consumidores finales gracias a las subestaciones (nodos intermedios entre la producción y la entrega): todo esto es la *red de distribución*. La transmisión es posible gracias a los electroductos. Los *electroductos* son todas las infraestructuras de red destinadas al transporte de energía eléctrica de alta tensión (AT), que comprende las líneas eléctricas aéreas y las líneas subterráneas alojadas en cableductos. En esencia son las arterias, los hilos que tejen la red. Dependiendo de la tensión, las líneas eléctricas pueden estar formadas por torres metálicas de altura variable con soportes más o menos pesados e imponentes. Para las líneas de alta tensión,

gigantes de acero pesado, para las de baja o media tensión, a veces los soportes pueden ser simples postes de madera, pero con mayor frecuencia son de acero galvanizado u hormigón armado.

El conjunto de líneas eléctricas constituye la *red eléctrica primaria*: funciona como un sistema de distribución de corriente aguas arriba y permite cualquier redistribución aguas abajo. Es decir, se pasa de un transporte eficiente de la corriente a largas distancias operando a alta tensión – eficiencia en el sentido de un menor riesgo de pérdidas en el camino, circulando por una sola vía – a los usuarios finales donde es necesario bajar progresivamente la tensión por razones de seguridad (para reducir el riesgo de electrocución) y también porque las cargas eléctricas requeridas son gradualmente menores. En general, en este electro-tejido todos los distintos nodos contribuyen a mantener, controlar el flujo de corriente y suministrar la corriente para satisfacer la demanda de la red final (*red de consumo*).

ELECTRICIDAD. DE LA GENERACIÓN A LOS CONSUMIDORES



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

Smart-grid

La *red inteligente*, a diferencia de la *red tradicional*, implica la presencia de *sistemas de generación distribuida*. Se trata de sistemas de generación de electricidad a partir de fuentes renovables, en forma de pequeñas unidades de producción, como sistemas fotovoltaicos residenciales o empresariales o pequeñas centrales de biomasa, conectadas directamente a la red eléctrica de distribución.

Dado que las fuentes renovables no son programables, la gestión de los sistemas de generación de energía distribuida también requiere una "inteligencia" que se manifiesta en la gestión del sistema eléctrico global para que pueda gestionar cualquier excedente de energía a nivel local redistribuyéndolo a las zonas cercanas, evitando o minimizando un posible apagón.

La red eléctrica tradicional es *unidireccional*, tanto en términos de flujo de energía como de información. La electricidad suele ser generada por algunas grandes centrales, equipadas con generadores electromecánicos alimentados por energía mecánica procedente principalmente de grandes masas de agua (hidroeléctrica), de la combustión de combustibles fósiles (termoeléctrica) y de centrales nucleares. Estas centrales suelen estar alejadas de las zonas residenciales o de los usuarios finales.

En la red tradicional ya existen enlaces de datos a nivel de generación, pero sobre todo a nivel de transmisión en Alta y Media Tensión, utilizados para controlar y supervisar la red. Sin embargo, recurren a medios diferentes y, sobre todo, utilizan protocolos distintos que a menudo *no son interoperables* entre sí. La evolución consiste en hacer que estos sistemas estén *comunicados y que interactúen*. Por razones técnicas y económicas, la red de distribución carece casi por completo de tecnologías de telecomunicación.

Otra innovación importante de la *smart-grid* es la *gestión bidireccional de la energía*, pudiendo recibirla, pero también introducirla en el sistema cuando le sobra, redistribuyendo el flujo en tiempo real según las necesidades del momento. Las *redes inteligentes* proporcionan un flujo *bidireccional* de electricidad y un intercambio *bidireccional* de información y datos. Los propios usuarios pueden "inyectar" electricidad en la red, ya sea a través de generadores de energía, como los sistemas fotovoltaicos, o de sistemas de almacenamiento de electricidad, como los vehículos eléctricos.

Para lograrlo, la *smart-grid* cuenta con dispositivos capaces de intercambiar información constantemente entre todos los nodos. De este modo, además de resolver los defectos, permite reducir el despilfarro. Los dispositivos o *smart-devices* que forman parte de la red son sensores, contadores inteligentes, ordenadores y otros equipos técnicos.

Se trata básicamente de crear una infraestructura o capa de dispositivos digitales superpuesta o unida a la red eléctrica, que conecte las *centrales de "autoproducción"* que están en la *red de distribución* con las centrales eléctricas de gran potencia, intercambiando con ellas información sobre la energía producida y regulando en consecuencia el *despacho de energía* (distribución equilibrada del flujo energético). Esta infraestructura puede ser una infraestructura de red telemática ad hoc o utilizar la propia red eléctrica para transmitir la información. Estas redes se regulan mediante un software de gestión adecuado que realiza un control basado en la información, gracias también a herramientas de monitorización inteligente que siguen todo el flujo eléctrico del sistema (*telegestión*), así como a herramientas para integrar las energías renovables en la red.

La diferencia fundamental de las *smart-grid* con las redes eléctricas tradicionales es la importancia de un sistema de comunicación y de información compuesto por dispositivos inteligentes, como sistemas contadores, de medida y sensores, interconectados entre si. Esta interconexión y el uso de algoritmos avanzados permite una gestión inteligente de los flujos energéticos, integrando los diferentes sistemas de producción con las necesidades del sistema y de los diferentes protagonistas implicados en la red eléctrica.

REDES TRADICIONALES	SMART GRID
Electromecánicas	Digitales
Comunicación unidireccional	Comunicación bidireccional
Producción centralizada	Producción distribuida
Pocos sensores	Sensores interconectados
Supervisión manual	Supervisión automatizada
Restauración manual o semiautomática	Restauración automática
Posibilidad de averías y blackout	Capacidad de adaptación y de aislar averías
Control limitado	Control generalizado

Las comunidades energéticas

Las comunidades energéticas representan el elemento base en el que se subdividen las smart grid, tanto en las aplicaciones conectadas a la red pública como en los casos off grid, en ausencia de distribución de energía eléctrica.

Respecto al sistema eléctrico, de hecho. Las comunidades energéticas se pueden clasificar como:

- **Off-grid:** redes aisladas, no conectadas a la red pública
- **On-grid “aislables”:** redes completamente interconectadas a la red eléctrica pública, capaces de intercambiar de manera bidireccional la energía eléctrica y de auto-abastecerse por un cierto arco de tiempo en caso de interrupción de la red eléctrica.
- **On-grid “asíncronas”:** redes conectadas a la red eléctrica pública que solo pueden obtener energía de la red en caso de necesidad, pero son incapaces de fornirla,

Hay muchas categorías de usuarios interesados en formar parte de una comunidad energética. En particular, es posible encontrar tanto usuarios residenciales, como condominios y complejos residenciales en general, como usuarios terciarios, como centros comerciales/logísticos y complejos hospitalarios.

LOS COMPONENTES DE LA SMART-GRID

Se utilizan varias técnicas para optimizar el funcionamiento de la red. Estas técnicas se pueden agrupar en cinco áreas clave:

- Comunicaciones integradas
- Sensores y medición
- Métodos de control avanzado
- Interfaces mejoradas y soporte en la toma de decisiones
- Contadores inteligentes

Comunicaciones integradas

El sistema de comunicaciones integradas permite conectar componentes a una arquitectura abierta para el intercambio de información, para el control

y el intercambio de datos en tiempo real. Gracias a la comunicación integrada, la información puede transferirse más rápidamente entre las estaciones transmisoras y el centro de control del sistema. Se puede decir que la comunicación integrada es el componente que integra todas las demás técnicas. La fibra óptica, las redes mesh inalámbricas, y el control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) son técnicas que pueden emplearse.

Sensores y medición

Las técnicas avanzadas de detección y medición recogerán datos, información que se utilizará para gestionar mejor los sistemas de gestión de la energía. Se utilizan para controlar y supervisar el estado de los dispositivos, la prevención para evitar pérdidas y el desperdicio de energía, y reforzar las estrategias de control. También se utilizan para evaluar la estabilidad de la red y para facilitar las lecturas frecuentes de los contadores. También proporcionarán a los consumidores información sobre el uso y la producción en tiempo real.

Otro elemento clave es la *infraestructura del sistema de medición avanzada*. Está compuesta de sistemas que miden, recogen datos y evalúan la energía utilizada y se comunican con los dispositivos de medición. Estos sistemas están formados por hardware y software, sistemas de comunicación, software de gestión de datos de contadores, pantallas y controles de energía para el consumidor. Esta información se envía a los controladores domésticos "inteligentes" o a los propios dispositivos, como termostatos, lavadoras y frigoríficos, que a su vez también la procesan en función de los hábitos de consumo para alimentarlos en consecuencia.

Métodos de control avanzado

Las técnicas que permiten el control avanzado están formadas por dispositivos y algoritmos que permiten un rápido diagnóstico y análisis de las smart grid. Cada vez que sea necesario, se toman las oportunas medidas colectivas de corrección para reducir las interrupciones de corriente y aumentar la eficiencia. El control avanzado requiere una infraestructura de comunicación integrada de alta velocidad y protocolos estándar adecuados para procesar una gran cantidad de datos

Interfaces y sistemas

Estas interfaces están formadas por dispositivos que apoyan el proceso de toma de decisiones humano y transformarán operadores y gestores de la red en expertos capaces de hacer funcionar la red moderna. Estas técnicas reducirán la complejidad, convirtiendo la información de las redes eléctricas en datos más fáciles de comprender. Serán necesarios cuatro componentes principales: *contador inteligente*, *Phasor Measurement Unit*, *trasferencia de información* y *Generación distribuida*

1. Contador inteligente

El contador inteligente básicamente es un dispositivo eléctrico que reconoce en detalle el consumo de electricidad en intervalos de tiempo y comunica esta información diariamente para su seguimiento, control y facturación. Proporciona una comunicación bidireccional entre los consumidores y las empresas de servicios. En comparación con los contadores tradicionales, los *contadores inteligentes* tienen funcionalidades adicionales como el uso de sensores en tiempo real, notificaciones de cortes de energía y supervisión de la misma. En Francia, estos contadores provocaron el enfado de los vecinos de los edificios, que no querían que su consumo diario fuera controlado. En varios casos los contadores, instalados sin previo aviso, fueron destrozados deliberadamente.

2. Phasor Measurement Unit

La *smart grid* utiliza sensores de alta velocidad llamado PMU (*Phasor Measurement Unit* - Unidades de medición Phasor) para: supervisar la calidad de la energía; reducir la congestión; disminuir o incluso eliminar los apagones.

3. Tránsito de información

La técnica de transferencia de información es necesaria para ampliar la funcionalidad de la comunicación bidireccional utilizando protocolos como WIFI, ZigBee, Bluetooth e infrarrojos.

4. Generación distribuida

La generación distribuida se refiere al uso de técnicas de generación de energía a pequeña escala más cercanas al consumidor. Una de las principales

ventajas de la generación distribuida es la reducción de la longitud de las redes de transporte y distribución; de hecho, las líneas de alta tensión dedicadas al transporte de electricidad tienen pérdidas del orden del 7-8% y suponen importantes costes de construcción y mantenimiento, además de tener riesgos de posibles interrupciones o apagones. La generación distribuida, en cambio, reduce o elimina estos problemas, ya que la generación se realiza en diferentes puntos y, por tanto, hay varias plantas de producción que permiten alcanzar una mayor fiabilidad. En la generación distribuida generalmente las fuentes de producción son de pequeño o mediano tamaño, pero es posible hacer una **clasificación en función de la potencia**, por lo que hablamos de:

- **Micro generación:** distribuida para potencias entre 1 kW y 5 kW.
- **Pequeña generación:** distribuida para potencias entre 5 kW y 5 MW.
- **Media generación: distribuida** para potencias entre 5 MW y 50 MW.
- **Gran generación:** distribuida para potencias entre 50 MW y 300 MW.

ALGUNAS FUNCIONES DE UNA SMART-GRID

Aquí algunas de las funciones que debería resolver una smart-grid:

Autorreparación

Una *smart-grid* evita o reduce los problemas de las subidas de tensión o los cortes de energía mediante un sistema automático capaz de aprender a identificar las causas de los fallos y los planes de resolución cuando estos funcionan de forma eficaz.

Resistencia a ataques

Las tecnologías de red inteligente también permiten reconocer y responder a los cortes de energía manuales. El sistema debe permitir aislar las zonas afectadas y redirigir el flujo de energía a otras zonas.

La intermitencia de las fuentes de energía

La necesidad de resolver algunas contradicciones técnicas y ambientales hará imprescindible la introducción de grandes cantidades de energía procedente de fuentes renovables. Sin embargo, la mayoría de estas son

intermitentes. La ausencia de corrientes de aire en el caso de la energía eólica o un día nublado en el caso de la fotovoltaica pueden provocar déficits de producción que hay que equilibrar. Al permitir la adaptación y la reorganización dinámica de la red, una *smart-grid* permitirá el uso masivo de estas fuentes, especialmente en relación con la movilidad eléctrica.

Los puntos de recarga de los coches eléctricos, tanto privados como públicos, están conectados a la red inteligente para poder absorber en las baterías de los coches eléctricos, los picos de producción de las fuentes de generación renovables no programables. La misma estación de recarga permite no sobrecargar la red, al contar con sus propios acumuladores cargados durante el día en presencia de picos de producción y teniendo capacidad y autonomía para recargar las baterías de los coches sin comprometer la red eléctrica nacional. En general, son estos acumuladores inteligentes los que permiten optimizar la disponibilidad de energía para otros usos; los acumuladores son una parte esencial de los nuevos conceptos de distribución, como las *micro-grid*⁸.

Participación de los consumidores

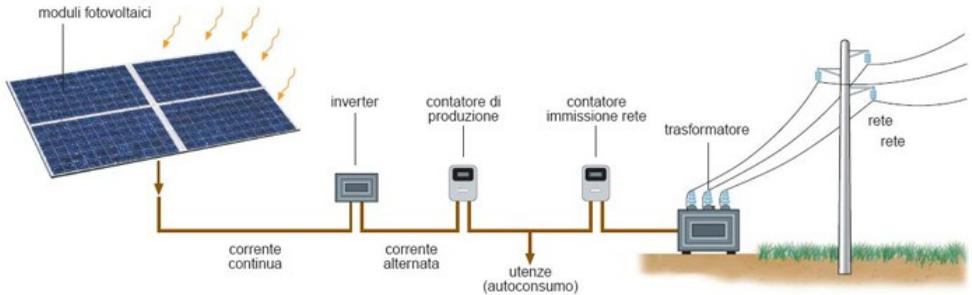
Con una gestión descentralizada de la energía, el sistema se basa en la gestión participativa del sistema energético, ya que resultaría más fácil inyectar energía en la red para aquellos consumidores con pequeños sistemas domésticos. La posibilidad de participar en la gestión de la electricidad hace que se hable de "democratización de la energía". El consumidor podrá desempeñar al mismo tiempo el papel de productor. Así nace una nueva figura, o lo que los técnicos llaman prosumidor. La idea no es ciertamente nueva: qué mejor manera de hacer que la gente acepte el progreso que hacerla partícipe.

Esta participación será posible gracias a la aplicación de la técnica del blockchain en la generación distribuida. Dentro de una red inteligente, un blockchain es un registro, un libro de contabilidad de transacciones descentralizado y distribuido, que cada usuario productor y consumidor de

8 Las *micro-grid* (micro-redes) constituyen un sistema de distribución local compuesto por generadores y sistemas de almacenamiento, capaz de funcionar de forma autónoma (a modo de "isla") o en conexión con el sistema eléctrico nacional.

[*] *Smart contract* es un término de las redes *blockchain*. Básicamente permite automatizar relaciones contractuales sin la intervención de ningún intermediario de confianza, ya que, en principio, los registros blockchain no se pueden falsificar.

energía posee, mantiene y actualiza, llevando un intercambio igualitario de energía en la misma microgrid sin un control centralizado; lo hace basado en smart contracts [*]. Estos pueden contener información sobre las preferencias del usuario, el perfil de consumo, la curva de producción de energía y, dado que una ciudad contiene varias micro-redes, cada una con su propia "cadena de bloques", quienes necesitan energía realizan una transacción validada por el propio blockchain.



SMART-GRID E INTERNET OF THINGS

Uno de las peculiaridades que caracterizan las smart-grid es la comunicación de los datos y de la información a través de una gran cantidad de dispositivos que deben ser rastreados, monitorizados, analizados y controlados mediante una red digital bidireccional. Por lo tanto se requiere una automatización distribuida para estos dispositivos, realizada a través del Internet of things.

Por lo tanto, el IoT permite el desarrollo de redes inteligentes, que apoyan diversas funciones de la red: desde la producción hasta el almacenamiento, desde la transmisión y distribución hasta la gestión del consumo de electricidad, todo gracias al uso de dispositivos IoT, como sensores, actuadores y contadores inteligentes (*smart meter*). Por tanto, las redes inteligentes pueden considerarse una de las aplicaciones más amplias del IoT.

Todos los dispositivos o sistemas que utilizan electricidad pueden conectarse a Internet, para ser controlados a distancia en momentos de menor demanda energética, por ejemplo, o para proporcionar la información necesaria para la gestión óptima de los flujos de energía a través de la red.

PROYECTOS

En Europa existen 950 proyectos de redes inteligentes, creados desde 2002 hasta hoy, que suman un total de 5.000 millones de inversión. Aunque algunas soluciones de redes inteligentes se acercan a la fase de comercialización, todavía es necesario realizar esfuerzos de investigación en muchas áreas para estudiar nuevas opciones y funcionalidades, así como su integración e interoperabilidad dentro de la red.

La mayoría de ellos (66%) se desarrollan a nivel nacional. Alemania es el primer país en número (330) de programas desarrollados tanto a nivel nacional como participativo, seguido del Reino Unido (197), Dinamarca (181), España (178), Francia (159); Italia (148) es el sexto.

Italia es el primer país del mundo en contar con una red inteligente a escala nacional en 2006: la primera red inteligente en funcionamiento fue implementada mediante simulaciones en áreas limitadas por Enel como el proyecto europeo Grid4eu.

Volviendo a los 950 proyectos totales, cuentan con la presencia de varias organizaciones o empresas participantes: cada una cuenta con entre 6 y 76 actores involucrados. Estas organizaciones se dividen en 15 categorías diferentes: productores de energía eléctrica, operadores de la red de transporte, operadores de la red de distribución, empresas de servicios públicos, vendedores o revendedores de electricidad a clientes finales, empresas de TIC y TLC, fabricantes de tecnología (activos en el diseño y la producción de soluciones de redes inteligentes, en particular soluciones de hardware), asociaciones industriales, proveedores de servicios de ingeniería (como el diseño y la construcción de edificios de bajo consumo energético), universidades, centros de investigación públicos y privados, empresas de consultoría, instituciones públicas y diversos organismos. En total hay 2.900 organizaciones.

Existen varios organismos de normalización e institutos de investigación reconocidos que se ocupan de este tema a nivel internacional. En particular, los principales organismos del sector eléctrico son la IEC (International Electrotechnical Commission) a nivel internacional y el CENELEC (Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Électrotechnique) a nivel

europeo, que influyen directamente en la normativa nacional en Italia con el CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

A raíz de las acciones de coordinación iniciadas por la Comisión Europea, el Smart Grid Coordination Group (SGCG), también definido como Coordination Group on Smart Energy Grids (CG-SEG), fue creado por el CEN, el CENELEC y el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) en respuesta al mandato M/490 de la Comisión Europea, para promover el desarrollo de las smart-grid en Europa.

Por otro lado, en cuanto a los principales sectores cubiertos por los proyectos de redes inteligentes, se han identificado cinco sectores:

1. **Smart Network Management**, a los que pertenecen los dirigidos a aumentar la flexibilidad operativa de la red eléctrica mediante capacidades avanzadas de supervisión y control de la red. Esto suele requerir la instalación de equipos de supervisión y control de la red y comunicaciones de datos rápidas y en tiempo real;
2. **Gestión del la demanda**, que agrupa los proyectos destinados a modificar la forma y el volumen del consumo de electricidad de los usuarios finales, con el fin de optimizar la curva de carga. En particular, este sistema de gestión promueve la eficiencia energética y estimula una mejor elección de las fuentes de suministro por parte del consumidor;
3. **Integración de la generación y el almacenamiento distribuidos**: los proyectos en este ámbito se centran en esquemas de control avanzados y nuevas soluciones de telecomunicación para integrar la generación distribuida y el almacenamiento de energía en la red de distribución, garantizando la fiabilidad y seguridad del sistema;
4. **E-mobilidad**: soluciones centradas en la integración inteligente de vehículos eléctricos o híbridos enchufables en la red eléctrica;
5. **Integración de las fuentes renovables**: se trata de proyectos diseñados para integrar las fuentes de energía renovables en la red de transporte o de distribución de alta tensión. Otras iniciativas están relacionadas con la regulación del mercado o la ciberseguridad.

LOS SECRETOS DE PULCINELLA DE LA RED ELÉCTRICA.

Lo que se desprende de la investigación en smart-grid

La cuestión energética desempeñó un papel fundamental desde la primera revolución industrial. Pilar de cualquier proceso productivo, en cierto sentido su evolución puede funcionar como indicador de lo que será el futuro desarrollo técnico y económico.

La aplicación de la informática avanzada a los procesos energéticos puede poner de manifiesto las contradicciones y vulnerabilidades actuales del sistema, presentándose como una posible solución capaz de afrontarlas y en teoría solventarlas. Ciertamente que entre la teoría y la aplicación hay todo un mundo con sus limitaciones y sus imprevistos, irreducibles a cálculos, por muy complejos que éstos sean.

Entonces, ¿qué podemos sacar de la información expuesta en este fanzine?



Una necesidad renovable

Las smart grids son consideradas en la propuesta del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) que establece los principales objetivos en materia energía y clima de la UE y España de 2020 a 2030. En él se mencionan las redes inteligentes, particularmente en el apartado de soluciones útiles para alcanzar los objetivos fijados a nivel medioambiental y a nivel de investigación e innovación.

La principal preocupación es la inevitable escasez de energía debido al progresivo agotamiento de los combustibles fósiles y al aumento del consumo mundial. Además, no es ningún secreto que los efectos contaminantes de la producción de energía podrían conducir a una crisis productiva en un futuro muy próximo, debido al empobrecimiento y a los riesgos ambientales. La evolución descentralizada de los procesos de producción y la inversión en producción a partir de fuentes renovables son dos de los principales campos de inversión con el objetivo de intentar mitigar los daños ecológicos y mejorar la eficiencia y fiabilidad del sistema energético.

Una estrecha dependencia

Es innegable la estrecha relación entre el aparato telemático y el energético (no es casual que hallamos conocido este sector de investigación leyendo informes sobre las pruebas piloto de la red 5G llevadas a cabo en Pratto), de la que se prevé una fusión en una única estructura. Si el primero siempre dependido del segundo, con incorporación de la smart-grid, la relación se vuelve biunívoca.

La estrecha dependencia entre el sistema energético y los diversos sectores del aparato técnico implica que la vulnerabilidad del primero pueda ser un elemento preocupante para la estabilidad del segundo.

Una fragilidad latente

Un ataque a la red eléctrica bien dirigido podría causar un conjunto de eventos en cadena (efecto dominó) que podrían poner en peligro todo el abastecimiento energético de todo un continente. La preocupación de poder aislar una avería o una interrupción de corriente de cualquier entidad, empuja a los estados y a las empresas del sector a invertir ingentes cantidades de dinero en la elaboración de sistemas más eficientes y de técnicas avanzadas de auto-reparación. Un objetivo de estas investigaciones

es el de alcanzar una suficiente autonomía de los nodos de la red eléctrica como para que sustituir un transformador de alta/media tensión no suponga ningún problema al abastecimiento eléctrico. Algunos de estos sistemas de monitorización ya son aplicados, en parte, a la red nacional de alta tensión. Pero no bastan. Siguen existiendo agujeros y los imprevistos siguen estando ahí, en silencio, a las puertas.

La red eléctrica europea se podría describir como una estructura compacta (de Portugal a Turquía, del Peloponeso a Dinamarca) que solo funciona en conjunto. Las líneas de alta tensión mantienen el conjunto, cuando falla una, existe el riesgo que la red se pueda caer en más lugares.

El 15 de Enero de 2021 se produjo una explosión en una subestación eléctrica de 400.000 voltios en Croacia, que conecta las líneas de alta tensión provenientes de Hungría, Serbia y Bosnia. Después de 14 horas por razones desconocidas saltan dos interruptores de corriente, deteniendo el flujo de electrones. Pero la electricidad, que se mueve a la velocidad de la luz, busca otro camino. La tensión aumenta en las conexiones cercanas haciendo saltar un interruptor serbio y otro en Rumanía. Poco después también quedaron desconectadas siete líneas de alta tensión y un transformador de la costa adriática en la frontera entre Rumanía e Hungría. A los pocos segundos todas las grandes líneas eléctricas que conectan Europa del suroeste con Europa del noreste se ven interrumpidas. En la parte occidental de la red faltan 6.000 megawattios, el equivalente de seis reactores nucleares. Como consecuencia, la frecuencia de la red eléctrica disminuye: debe mantenerse siempre a 50 hertz en toda Europa porque todos los elementos de la red eléctrica están diseñados para funcionar a ese nivel. En caso de bajada excesiva todo se compromete hasta llevar a un apagón general. En Saint-Denis, cerca de París, en la sala de control nacional de RTE – gestor de la red de transporte de electricidad – el mapa de Europa cambia de color: los países del sureste pasan del verde al naranja y después al rojo. En menos de 5 segundos se activa un mecanismo de emergencia y varios grandes polígonos industriales franceses quedan fuera de servicio. Si la frecuencia desciende por debajo de cierto nivel, automáticamente se ponen en funcionamiento barreras de defensa para evitar que la frecuencia continúe degradándose hasta a que el sistema eléctrico quede por tierra. La misma ocurrió en Italia que cuenta con un sistema de protección de emergencia. En un segundo la red ahorra 1700 megawattios. Esto no fue suficiente. Entonces convocaron una videoconferencia urgente entre una decena de países, y en diez minutos

pusieron en marcha un plan de acción. En Francia se activaron centrales de gas y se aumentó la potencia de las centrales nucleares e hidroeléctricas que lo permitían. Austria por su parte elevó al máximo su capacidad productiva hidroeléctrica. La frecuencia de la red aumentó. Por el otro lado, en los países del sureste el problema era el opuesto: la frecuencia era demasiado fuerte. Para conseguir bajarla se detuvieron centrales turcas. Una hora después las frecuencias norte y sur se equilibraron lo suficiente y las dos placas fueron reconectadas. Tras 15 horas del incidente inicial la red eléctrica europea volvió a reunificarse. Los gestores de las redes europeas afrontaron así la crisis más grave desde el 4 de noviembre de 2006, cuando una línea que pasaba por el río Ems en Alemania fue desconectada para que pasara sin peligro un crucero. Una mala gestión el acontecimiento causó un corte de corriente a 15 millones de europeos.⁹

Se evitó un posible apagón europeo gracias a la coordinación de las redes de alta tensión y a los sistemas de control avanzado que permiten reconocer en muy poco tiempo el alcance de la interrupción e intervenir así en las labores de despacho. Esta noticia evidencia el motivo que genera tanta preocupación en relación con la fragilidad de la red eléctrica. A pesar de ello, los experimentos de redes inteligentes están lejos de haber concluido. La aplicación de estas técnicas requiere costes y tiempo muy elevados, por lo que el momento en que el sistema estará a salvo de sabotajes no está tan cerca y probablemente nunca llegará. Esto no quita que algunas de estas técnicas puedan haberse introducido ya, por ejemplo las relativas a su aplicación en la ciudad inteligente.

Una gran novedad

Un recurso que puede tener en cuenta tanto la fragilidad del sistema como el impacto ecológico es la delimitación de la red de distribución en células aisladas autosuficientes o *micro-grid*. Las micro-redes tienen como objetivo garantizar un suministro constante y seguro de energía producida a partir de fuentes renovables a los usuarios que lo soliciten. Así, una fábrica, una urbanización, un edificio público, podrían seguir teniendo electricidad incluso en caso de apagón.

9 extracto del artículo "*Energie : une illustration des possibilités de l'effet domino*", de la web en francés "sans nom"

No solo eso, las micro-redes pueden utilizarse para el almacenamiento de electricidad. La peculiaridad de las fuentes renovables como la eólica y la fotovoltaica es su dependencia de la meteorología que determina una producción discontinua. La ampliación de las estructuras dedicadas al almacenamiento permite regular los picos de producción para equilibrar el flujo de electricidad. Estas estructuras se colocarán sobre todo en entornos urbanos donde la demanda de energía es mayor y pueden utilizarse para otros fines específicos, como estaciones de carga para vehículos eléctricos. No se puede decir con certeza si estas transformaciones ya están en marcha, pero conocer los posibles nodos de esta red inteligente podría ser un buen punto en el que profundizar para conseguir desenmarañarla.



CONCLUSIÓN

Oponerse a la red 5G parece un propósito utópico. Los medios del enemigo son desmesurados en relación con nuestras pequeñas, si no míseras fuerzas. Efectivamente es una bella y buena utopía, sobre todo considerando que oponerse a la red 5G significaría oponerse a la red de internet, con todas las consecuencias que esto conlleva. Es ingenuo creer poder parar la instalación de las antenas sin al mismo tiempo poner en discusión este modelo de supervivencia, el cual tiene una extrema dependencia. O sea que, sin red no hay smart-working, sin smart-working no hay cuarentena, sin cuarentena... Por otro lado, para quienes desean un mundo radicalmente diverso, la utopía no representa una de las opciones sino la única alternativa deseable, ya que el resto es un replanteamiento ligeramente diferente de la misma realidad. Remitirse a la ley no solo es

éticamente discutible, sino decididamente contradictorio. Es la misma ley que prevé la instalación masiva de antenas, aún a costa de invadir la tan vanagloriada propiedad privada. Si el progreso arrolla a todo el mundo a su paso, ¿cómo se puede siquiera pensar en dirigirse a quienes lo montan? Al fin y al cabo, la situación es tal que las intenciones de quienes quieren cambiar el sistema paso a paso resultan ser una vana ilusión.

La tierra está muriendo, al mismo tiempo que los circuitos del espantoso complejo llamado civilización necesitan ser alimentados. ¿Cómo nutrir a una población de millones de personas en una ciudad, o proporcionarle agua, luz y distracciones para que no se suicide, sin saquear inevitablemente el territorio circundante? Peor aún: ¿cómo alimentar la industria, el militarismo, la burocracia... sin carbón, petróleo,

nuclear o renovables –en realidad poco cambia– ?. La nueva revolución industrial solo tapa los agujeros producidos por las anteriores. La revolución digital, aunque de forma falaz, desempeña el rol de hacer más sostenible este modelo de vida. No es un salto vertiginoso hacia el futuro, sino un paso obligado hacia el abismo. Detenerse en el paso precedente no es una opción viable, ya que el suelo empieza a derrumbarse a bajo nuestros pies. Solo queda seguir hacia el precipicio o soltar lastre y dar un giro hacia otra dirección, sin saber dónde se llegará. Lo desconocido sigue siendo una hipótesis deseable ante la certeza de la catástrofe. Entonces, ¿por qué no lanzarse?. Puede que guarde algunas sorpresas...

Como en Inglaterra, cuando en unos pocos días, del 2 al 5 de abril, se produjeron más de veinte ataques contra antenas 5G provocando el miedo en los principales periódicos internacionales, que presentaban estos ataques como un resultado de noticias falsas sobre el covid.

Como el 5 de mayo cerca de París, cuando dos acciones causaron un gran impacto en la red de Internet de la zona. En la provincia de Ivry-sur-Seine se cortaron los cables, lo que afectó a varias comunas de Val-de-Marne, así como a

partes de París. En la zona industrial de Vitry-sur-Seine, un poco más tarde, hacia la hora del almuerzo, se cortaron algunos cables de cobre subterráneos y los daños causaron problemas de acceso a Internet a las empresas, a las viviendas cercanas y a las comisarías de Villeneuve-Saint-Georges y Alfortville.

Como el 30 de diciembre en Marsella, cuando quemaron la segunda emisora de radio y televisión más importante de Francia, cortando la televisión a nada menos que tres millones y medio de personas.

En 2020, se produjeron incendios de repetidores en toda Europa. En Francia se destruyeron más de un centenar de antenas, mientras que en Italia se destruyeron al menos una veintena en Roma, Spezia, Caserta, Pisa, Lucca, Bolonia, Verona, Cremona, Messina, Génova, y se produjeron importantes sabotajes de fibra en Rieti, Trento, Rovereto y Roma. No es un mal punto de partida, sobre todo ahora que estos incidentes de sabotaje envían un mensaje más perturbador que nunca. Y qué decir de lxs que pensaron en seguir adelante, como lxs que a finales de febrero de 2021 atacaron al proveedor de cables Constructel en Isere, Francia, quemando seis vehículos, un repetidor y algunas bobinas de cables de antena y fibra

óptica¹⁰ en dos lugares diferentes; o lxs que el 14 de febrero incendiaron uno de los edificios de la empresa OMMIC, uno de los líderes europeos en el campo de los semiconductores y los circuitos integrados, que albergaba laboratorios donde desarrollaban y construían sus dispositivos¹¹. Las empresas que participan en la producción e instalación de estos artefactos podrían estar a la vuelta de la esquina, en la calle donde paseas a tu perro. ¿Quién sabe si el incendio del almacén de la empresa Ma.Vi.Con, que produce equipos eléctricos e informáticos, el 13 de marzo en Casoria, fue una mera coincidencia?

El verdadero reto del sistema técnico actual no es tanto adaptar las máquinas a las complejas necesidades de la producción, sino adaptar a los individuos a una sociedad cada vez mas regulada por máquinas. Y parece que ese propósito se está cumpliendo. Quién iba a pensar que bastaba con una gripe para imponer a medio mundo normas estandarizadas de comportamiento, pero sobre todo quién iba a pensar que la oposición a estas medidas sería casi nula. Cuando los tiempos actuales nos muestran el cuadro de una hu-

manidad casi totalmente adormecida por la realidad virtual, dominada por los imperativos del poder, qué otra perspectiva se puede adoptar que la de despejar el campo. Cuando las mentes están saturadas de algoritmos, también configuradas para responder a estímulos mecánicos, quizá apagar la pantalla sea la mejor manera de empezar a abrir los ojos. Y si abrir los ojos nos lleva a observar un mar de cables y postes metálicos, agudizar el ingenio puede ser la mejor manera de afinar la vista. Mientras el número de instalaciones y conexiones sigue aumentando, transformando el entorno en una gran prisión al aire libre, con un aura de omnipotencia que haría sonrojar a Orwell, Huxley o Philip Dick, no hace falta ser ingeniero para comprender que un sistema interconectado se vuelve vulnerable precisamente por su interconexión. Una miríada de antenas será más difícil de defender que unos pocos grandes repetidores. Pero sobre todo: si todo estuviera conectado, un fallo en la red podría causar daños importantes en la mayoría de los equipos técnicos conectados inutilizando su funcionalidad. Un edificio entero, una manzana, un barrio, una ciudad, un estado entero, pueden quedar paralizados. Una serie de hechos atestiguan esta fragilidad.

El incendio del 10 de marzo en Estrasburgo muestra como a veces

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

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

“los centros de datos también arden”¹². Y no solo...

En Nashville el día de Navidad alguien decidió hacer un regalo a gran parte de los habitantes del TENNESSEE. Estos pudieron prescindir de las formales y aburridas llamadas de felicitación, de las numerosas películas obscenas que se emiten cada año en televisión, de las muchas informaciones inútiles “colgadas” en internet... pudiendo dedicar el día a si mismos o a otras personas físicamente presentes a su alrededor, o al menos tuvieron la posibilidad de hacerlo... La madrugada del 25 de diciembre una autocaravana saltó por los aires frente al edificio de At&t, el gigante americano de telecomunicaciones. La explosión dañó el centro de red alojado en el edificio, provocando un apagón de las comunicaciones de medio estado. No sólo quedaron fuera de servicio los teléfonos móviles e Internet, ni siquiera el número de emergencia de la policía (911) estaba disponible en una docena de condados, incluidos algunos a casi trescientos kilómetros de Nashville. El aeropuerto de la ciudad se vio obligado a interrumpir los vuelos debido a problemas de comunicación. La empresa declaró que el edificio afectado es la oficina principal de una central telefónica con equipos de red en su interior.

En Nashville, un solo edificio en llamas cortó la red de telecomunicaciones de un vasto territorio. ¿Qué habría pasado si toda la actividad industrial, las infraestructuras, la sanidad, el transporte, la energía, hubieran dependido de la red? ¿Si el metro, los autobuses, las señales de tráfico, los sistemas de iluminación y vigilancia, los electrodomésticos, los ordenadores, los teléfonos, etc. hubieran estado conectados a un software que permitiera coordinarlos y activarlos?

No se habría podido utilizar ninguno de los medios técnicos que garantizan cualquier servicio en una ciudad. Y así... todo parado!

Un mundo hiperconectado y frágil. La realidad actual se acerca cada vez más a esta concepción. La dependencia de Internet es, cada vez más, un hecho. ¿Cómo sería posible una cuarentena generalizada sin el apoyo funcional y espectacular de la web?

Hoy en día, las cadenas son cada vez más digitales. Para romperlas, ¿no sería bueno que la resistencia a una nueva red, erigida sobre las propias cabezas, se convirtiera en un ataque contra cada cable que se enrosca sobre el propio cuerpo? Conscientes de una sugerencia intrigante:

12 <https://finimondo.org/node/2539>

Cuando todo se convierte en uno, es consecuente que uno pueda convertirse en todo. Para ello no es necesaria ninguna lucha de masas o popular, un solo individuo consciente y decidido puede llegar hasta ahí. Individuos que son capaces de descomponer la realidad con sus sueños. Ningún partido o comité puede recuperar las acciones de un movimiento que no existe. Solo quien es capaz de valerse por si mismo y de desear lo desconocido puede captar el inagotable horizonte de posibilidades que le reserva tal intuición.



Edición italiana: Marzo 2021
Traducido al castellano a finales de 2021

“Solo queda seguir hacia el precipicio o soltar lastre y dar un giro hacia otra dirección, sin saber donde se llegará. Lo desconocido sigue siendo una hipótesis deseable frente a la certeza de la catástrofe. Entonces, ¿por que no lanzarse?.

Esto solo puede reservar sorpresas...”

