

LA RIPRESA SOSTENIBILE

L'innovazione energetica chiave dello sviluppo



RAPPORTO OSSERVATORIO INNOV-E 2020

COORDINATORE SCIENTIFICO

Antonio Sileo

AUTORI

Mauro Alberti
Stefano da Empoli
Filippo Del Grosso
Giusy Massaro
Michele Masulli
Lorenzo Principali
Domenico Salerno
Antonio Sileo
Giulia Tani

SI RINGRAZIA

Renato Pesa, di Servizi per UtENZE, e Nico Di Gregorio, di I-Bill S.r.l.,
per il contributo sull'Identità energetica digitale

Edoardo Lisi per il contributo sul biometano

Gabriele Ferrara per il contributo sull'idrogeno

Giorgia Pelagalli per il contributo sulla mobilità condivisa

Lorenzo Parola, di Herbert Smith Freehills, per la Postfazione

Ludovico Ferraguto, Eleonora Faina e Giacomo Selmi
per i preziosi spunti e suggerimenti

Laura Gagliarducci e Giulia Palocci
per le attente letture e l'impaginazione

SOMMARIO

EXECUTIVE SUMMARY	5
INTRODUZIONE	11
1. I BREVETTI NEL SETTORE ENERGETICO ED ELETTRICO	13
1.1. INTRODUZIONE E METODOLOGIA	15
1.2. I BREVETTI NEL MONDO	16
1.3. I BREVETTI IN CAMPO ELETTRICO	22
1.4. L'ATTIVITÀ BREVETTUALE IN ITALIA	27
2. I BREVETTI NELL'AMBITO DELLA MOBILITÀ ELETTRICA	31
2.1. INTRODUZIONE E METODOLOGIA	33
2.2. I BREVETTI NEL SETTORE DEI VEICOLI IBRIDI	34
2.3. I BREVETTI NEL SETTORE DEI VEICOLI ELETTRICI <i>PLUG-IN</i>	35
2.4. I BREVETTI NEL SETTORE DELL' <i>ENERGY STORAGE</i>	37
2.5. I BREVETTI NEL SETTORE <i>FUEL CELL</i> PER I TRASPORTI	38
2.6. I BREVETTI NEL SETTORE <i>FUEL CELL</i> PER VEICOLI ELETTRICI	39
2.7. I BREVETTI NEL SETTORE DELLE STAZIONI DI RICARICA	40
2.8. I BREVETTI NEL SETTORE <i>FUEL CELL</i> PER I TRASPORTI	41
3. IL <i>SECTOR COUPLING</i>	47
3.1. IL CONCETTO DI <i>SECTOR COUPLING</i>	49
3.2. GLI OBIETTIVI E LA VISION 2050	51
3.3. <i>POWER-TO-HEAT (PtH)</i>	56
3.4. <i>POWER-TO-MOBILITY (PtM)</i>	57
3.5. <i>POWER-TO-X (PtX)</i>	59
3.5.1. <i>Power-to-Gas / Liquid (PtG e PtL)</i>	60
3.5.2. <i>Power-to-Hydrogen (PtH)</i>	61

3.6.	CONSIDERAZIONI FINALI	63
4.	LE SFIDE DELL'ENERGY STORAGE	65
4.1.	LE POTENZIALITÀ DELL'ACCUMULO DI ENERGIA	67
4.2.	LE TECNOLOGIE DI STOCCAGGIO	68
	4.2.1. <i>Classificazione dei dispositivi di accumulo di energia</i>	68
	4.2.2. <i>Il contesto globale attuale</i>	72
4.3.	LE INIZIATIVE EUROPEE PER LO SVILUPPO DELL'ENERGY STORAGE	74
	4.3.1. <i>Lo sviluppo dell'idrogeno verde in Europa</i>	76
	4.3.2. <i>L'alleanza europea per lo sviluppo delle batterie</i>	77
	4.3.3. <i>I progetti ARERA nell'ambito dell'accumulo elettrochimico</i>	79
	4.3.4. <i>L'alleanza italiana per le batterie</i>	80
4.4.	IL QUADRO NORMATIVO EUROPEO	81
4.5.	IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA (PNIEC)	82
4.6.	CONSIDERAZIONI FINALI	83
5.	L'ENERGIA SI FA DIGITALE	85
5.1.	INTRODUZIONE	87
5.2.	LA BLOCKCHAIN IN AMBITO ENERGETICO	89
	5.2.1. <i>Registri distribuiti: cosa sono e come funzionano?</i>	89
	5.2.2. <i>Energia e blockchain</i>	94
	5.2.3. <i>Gli smart contract</i>	98
5.3.	IDENTITÀ ENERGETICA DIGITALE	100
	5.3.1. <i>Sistema Pubblico di Identità Digitale Energetica (SPIDE)</i>	102
	5.3.2. <i>Morosità, contratti e socializzazione</i>	106
	5.3.3. <i>SPIDE ed efficienza energetica</i>	107
5.4.	CONSIDERAZIONI FINALI	108
6.	SEMPRE PIÙ MOBILITÀ SOSTENIBILE	113
6.1.	INTRODUZIONE	115
6.2.	LA SOSTENIBILITÀ È DI REGOLA	116
6.3.	UN PERCORSO GIÀ TRACCIATO	117

6.4.	IL 2020: DALL'ANNO DEL CONTATTO ALL'ANNO DEL CONTAGIO	120
6.5.	IL GNL CONTINUA A CORRERE	122
6.6.	IL RITORNO DELL'IDROGENO *	126
6.7.	BIOMETANO, IL CARBURANTE CIRCOLARE **	131
6.8.	TUTTI PAZZI PER LA BICI	133
6.9.	LA MOBILITÀ CONDIVISA ***	135
6.10.	<i>E-FUEL</i> : SCENARI E APPROCCI	140
6.11.	MOBILITÀ E 5G	146
	6.11.1. <i>La strategia europea per il 5G e il focus sulla mobilità</i>	147
	6.11.2. <i>Le sperimentazioni di servizi 5G e mobilità in Italia e in Europa</i>	151
	6.11.3. <i>5G e guida autonoma: scenari di diffusione e impatto energetico</i>	153
7.	UN NUOVO SPAZIO PER IL LAVORO	161
7.1.	INTRODUZIONE	163
7.2.	UN QUADRO COMPARATO DELL'UNIONE EUROPEA	163
7.3.	LAVORARE DA REMOTO IN ITALIA	170
7.4.	TUTTI ALLA RICERCA DI SMART WORKING: DAI MOTORI DI RICERCA AI SOCIAL	174
7.5.	LA PANDEMIA STA CAMBIANDO IL MONDO DEL LAVORO?	177
7.6.	LO SMART WORKING E L'IMPATTO SUI CONSUMI ENERGETICI	179
7.7.	CONSIDERAZIONI FINALI	181
8.	LE START-UP INNOVATIVE IN AMBITO ENERGETICO IN ITALIA	182
8.1.	DEFINIZIONE, CARATTERISTICHE E BENEFICI DELLE START-UP INNOVATIVE	183
8.2.	EVOLUZIONE STORICA	183
8.3.	DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA	185
8.4.	COMPOSIZIONE PER TIPO DI ATTIVITÀ	188
8.5.	COMPOSIZIONE PER DIMENSIONE	190
8.6.	L'ATTIVITÀ BREVETTUALE	195
8.7.	DINAMICA DEMOGRAFICA	198
8.8.	CONSIDERAZIONI FINALI	201

RIFLESSIONI CONCLUSIVE	204
POSTFAZIONE	209
Una proposta d'innovazione per i procedimenti autorizzativi ****	211
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	218

Il presente rapporto è frutto di un lavoro più corale che collettaneo, tuttavia i capitoli che lo costituiscono possono essere attribuiti in misura prevalente così come segue: il primo ad Antonio Sileo, il secondo a Michele Masulli, il terzo a Filippo Del Grosso, il quarto a Giulia Tani, il quinto a Domenico Salerno, Renato Pesa e Nico Di Gregorio, il sesto ad Antonio Sileo, Lorenzo Principali e Mauro Alberti, il settimo a Michele Masulli, l'ottavo a Giusy Massaro e Stefano da Empoli

**Gabriele Ferrara*

***Edoardo Lisi*

****Giorgia Pelagalli*

*****Lorenzo Parola*

EXECUTIVE SUMMARY

L'edizione 2020 del Rapporto I-Com sull'innovazione energetica cade subito dopo la fase più acuta di una imprevista, anche se non imprevedibile, pandemia. La consueta ricerca intorno all'innovazione energetica che, come ogni anno, cerca di ampliare e differenziare lo spettro d'indagine rispetto all'edizione precedente, focalizzandosi su alcune innovazioni che potrebbero avere carattere paradigmatico (ad es., la micromobilità urbana) si presenta più ostica che in passato. Oltre alla usuale analisi sulla ricerca e sullo sviluppo, estesa anche alla mobilità, inevitabilmente sempre più sostenibile, abbiamo tentato di individuare altri ambiti di diffuso impatto, come il binomio energia e digitalizzazione o il *sector coupling* e l'accumulo di energia. Accanto a questi temi, le innovazioni nelle modalità di lavoro e infine l'approfondimento sulle *start-up*, in particolare su quelle energetiche.

Il capitolo 1 esamina l'attività innovativa delle imprese nel mondo, guardando al numero di **brevetti** richiesti. A livello globale l'attività brevettuale segna infatti un incremento anche nel 2018, giungendo a toccare la soglia degli 1,5 milioni (+2,3% rispetto al 2017). Si consolida la leadership globale della Cina, mentre gli Stati Uniti, seppur di poco, sopravanzano il Giappone, in flessione dal 2016. Nelle sole tecnologie energetiche, seppur di strettissima misura, la Cina, per la prima volta, supera il Giappone. **L'Italia, invece, continua a occupare una posizione marginale** rispetto al complesso dei *player* internazionali ed europei. L'incidenza della brevettazione energetica nel nostro Paese, nonostante un incremento medio del 4,2% tra il 2008 e il 2018, passa dall'1,3% allo 0,8% del totale dei brevetti. Questo perché **l'Italia presenta il tasso di incremento più basso tra tutti** i Paesi considerati. Il focus sulle tecnologie elettriche conferma la performance della Cina che supera, per la seconda volta, gli Stati Uniti e guadagna spazio anche per il notevole ridimensionamento della Corea (da 24,4% a 16,5) che comunque entra nella top 3 a scapito del Giappone. Il dettaglio delle distribuzioni per tecnologia evidenzia una forte concentrazione dell'attività brevettuale nelle applicazioni per l'**accumulo** energetico, l'**energia solare fotovoltaica** ed **eolica**, che congiuntamente hanno intercettato nel 2018 più del 58% del totale (in flessione rispetto alla quota cumulata del 2017). Di nuovo, **il contributo italiano è marginale, attestandosi stabilmente, da anni, attorno all'1%** rispetto al contesto globale. Esaminando l'attività brevettuale italiana in campo elettrico, il portafoglio tecnologico appare piuttosto diversificato, con Accumulo, CCT e CCS, Fotovoltaico ed Eolico che rappresentano la maggioranza dei brevetti concessi nel 2018.

Circa l'attività di **brevetazione complessiva in Italia**, si osserva come i **depositari** siano in oltre l'80% dei casi, **imprese private**. Seguono, in termini di numerosità, le persone fisiche. Un ulteriore fattore di concentrazione è rappresentato dal territorio. La Lombardia, in prima posizione con il 37,5% dei brevetti, conta nel 2018 più del doppio dell'Emilia-Romagna, al secondo posto, che a sua volta stacca di oltre 6% il Veneto, di misura in vantaggio sul Piemonte. La prima tra le regioni del Sud e delle Isole è la Campania, che però pesa meno di un terzo del Lazio, che nei soli brevetti elettrici guadagna posizioni ed è in testa per biocarburanti e fotovoltaico.

Il **capitolo 2** fornisce una panoramica dei brevetti nell'ambito della **mobilità sostenibile** o meglio elettrica. Sono prese in considerazione, nello specifico, le principali tecnologie elettriche applicate ai trasporti, attraverso l'interrogazione della banca dati dell'EPO (*European Patent Office*), in particolare del database *Espacenet*. L'analisi è stata effettuata prendendo in considerazione i settori dei **veicoli ibridi**, dei **veicoli elettrici plug-in**, dell'**energy storage**, delle **fuel cell** per i trasporti e per i veicoli elettrici e delle stazioni di ricarica. I Paesi considerati, invece, sono alcuni tra i maggiori al mondo: Stati Uniti, Giappone, Germania, Corea del Sud, Francia, Cina, Gran Bretagna, Italia, India e Spagna. Per gli anni 2018 e 2019 (quest'ultimo con dati provvisori) viene proposto uno spaccato dei brevetti richiesti per ogni tecnologia e Paese per poi fornire un quadro di insieme sull'attività brevettuale globale nel campo della mobilità elettriche. Si evidenzia **una riduzione complessiva delle dimensioni dell'attività brevettuale nelle tecnologie di mobilità elettrica e una sostanziale marginalità del contributo italiano**. Paesi leader nel settore, infatti, si confermano il Giappone (con un totale di 713 brevetti), gli Stati Uniti (703) e la Germania (596). Tra le tecnologie considerate, è l'*energy storage*, anche nell'analisi di questa edizione e del 2018 in particolare, a mostrare il numero di gran lunga maggiore di richieste di brevetto, superiore a 4.000. Seguono a grande distanza le stazioni di ricarica. Dopo troviamo i veicoli ibridi ed elettrici e, su quote più ridotte, le *fuel cell* per i trasporti e per i veicoli elettrici. Qui su 6.585 brevetti considerati per il 2018 il nostro Paese ne ha presentati solo cinque.

Delle diverse opzioni ai fini del conseguimento degli obiettivi europei su emissioni ed efficientamento energetico al 2050, il cosiddetto "*sector coupling*", cui è dedicato il **capitolo 3**, è tra i programmi più ambiziosi ed innovativi. Nel documento "Vision 2050" pubblicato nel 2018, la Piattaforma Europea per la Tecnologia e l'Innovazione (*European Technology and Innovation Platform - ETIP*) sulle Reti Intelligenti per la Transizione Energetica (*Smart Network for the Energy Transition - SNET*) ha proposto un modello circolare di integrazione delle reti dell'elettricità, del gas, del calore e dei combustibili liquidi, in modo da recepire ed indirizzare i radicali cambiamenti che avverranno nelle filiere dell'energia, come la massiccia introduzione delle fonti rinnovabili non

programmabili nel parco generazione. Il *sector coupling* presuppone la **conversione di vettori energetici** attraverso settori industriali adiacenti, nei quali l'energia trasformata può essere conservata (stoccata) e consumata o trasformata sotto forma di calore e/o gas/liquidi. Un simile nuovo approccio implica un **progresso tecnologico**, misurabile nella capacità di conversione (e perdite relative) delle tecnologie *Power-to-Gas*, *Power-to-Heat* e *Power-to-Liquid* (nonché' dei processi inversi e laterali), ma anche nell'approccio regolatorio e, in ultima istanza, in uno scarto culturale: i futuri clienti dell'energia non saranno solo consumatori attivi, ma *prosumer* sensibilizzati dai segnali di prezzo che partecipano al mercato anche sul lato vendita.

Anche grazie alla crescente penetrazione delle fonti rinnovabili negli ultimi anni la capacità di accumulo è cresciuta a un ritmo esponenziale. Nel 2019, tuttavia, si è registrato per la prima volta in quasi dieci anni un declino nelle installazioni annuali complessive; a calare sono state soprattutto le installazioni di sistemi di accumulo *grid-scale* (-20%), mentre la crescita dello stoccaggio *behind-the-meter* è rimasta piatta (**capitolo 4**). Anche la crescita della **capacità di accumulo** in Europa è rallentata, malgrado le diverse iniziative a sostegno dell'*energy storage*, come i programmi finanziati da *Horizon 2020*, l'Alleanza europea per le batterie e il *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking*. La recente adozione della direttiva UE 2019/944 e del regolamento UE 2019/943 ha introdotto significative modifiche ai mercati dell'energia elettrica, con l'obiettivo di renderli integrati, competitivi, incentrati sui consumatori e flessibili, garantendo un **accesso non discriminatorio a tutti i fornitori di servizi di accumulo dell'energia**. La crescita della capacità di stoccaggio è considerata una priorità anche nel Piano nazionale integrato per l'energia (PNIEC), che prevede non solo un incremento dell'utilizzo dei sistemi di *storage* idroelettrico, ma anche lo sviluppo dell'accumulo elettrochimico, sia a livello distribuito che centralizzato, e del *power to gas*. Tra gli ostacoli all'investimento di fondi privati, solo parzialmente rimossi dalle norme contenute nel *Clean Energy Package*, rilevano in particolare i canoni di rete, la combinazione di entrate provenienti da servizi diversi, la titolarità degli impianti di accumulo e l'associazione dell'energia elettrica ad altre forme di energia. Risolvere tali questioni sarà particolarmente importante alla luce della recente crisi innescata dalla pandemia e del conseguente possibile calo degli investimenti.

Il **capitolo 5** è incentrato sul tema della *digital transformation* in ambito energetico, analizzando i sistemi e le tecnologie che stanno rivoluzionando il settore. Il mercato energetico è già profondamente cambiato e i *player* energetici tradizionali stanno affrontando **grandi e fondamentali sfide per competere** in un settore che si sta evolvendo verso un ecosistema distribuito, interattivo e interconnesso. Tra le soluzioni tecnologiche maggiormente accreditate a

gestire la nuova moltitudine di soggetti che stanno entrando nel comparto energetico ci sono, per la loro natura intrinseca, i registri distribuiti e in particolare le *blockchain*. La **catena di blocchi** è una tecnologia che permette di implementare un archivio distribuito in grado di gestire transazioni tra gli utenti di una rete. Le nuove *smart grid*, sempre più “reti intelligenti”, possono sfruttare la *blockchain* per dare vita ad un mercato *peer to peer* in cui gli utenti di una rete possono acquistare e vendere energia automaticamente in maniera autonoma, senza la necessità di un’ autorità centrale a fare da intermediario. Questo è possibile grazie all’ utilizzo degli *smart contract* (“accordi automatizzati ed eseguibili”) che si attivano in autonomia quando si soddisfano le condizioni per cui sono stati programmati (ad esempio il trasferimento di energia elettrica). La quantità di elettricità prodotta in surplus dai *prosumer* può essere quindi ceduta in automatico ad altri utenti della rete, senza necessitare dell’ intervento di un intermediario. Eliminando gli intermediari si rendono le transazioni più veloci, efficienti e economicamente vantaggiose. Notevoli sono le potenzialità benché restino ancora irrisolti alcuni aspetti giuridici. Nel nostro Paese poi, anche più che altrove, non mancano le potenzialità intorno utilizzo dei dati – archiviati nel Registro Centrale Ufficiale del Sistema Informativo Integrato – per contrastare il fenomeno della morosità o potenziare le analisi a fini statistici o ancora rendere possibile, tutelando il consumatore e con il suo accordo, la messa a disposizione di dati consultabili dagli operatori. Anche in ragione del successo che sta avendo il Sistema Pubblico di Identità Digitale (SPID) si potrebbe lavorare per approntare un’ **identità digitale energetica**, SPIDE, con la finalità di soluzioni di condivisione dei dati in accordo tra consumatori e operatori, per un’ottimizzazione dei processi e quindi un’auspicabile riduzione dei costi di sistema.

Crescenti scambi di dati, peraltro, caratterizzeranno l’ **evoluzione della mobilità** di persone e merci nei prossimi anni (**capitolo 6**), ambito in cui la diffusione della **rete 5G avrà un ruolo determinante** e sarà fattore abilitante per la guida autonoma. La diffusione generalizzata di quest’ultima, non potrà tuttavia che essere graduale, nonostante se ne parli ampiamente. Altrettanto lo saranno i tanti cambiamenti che si profilano all’orizzonte. Ciò pur essendo chiaro il percorso di **contenimento degli impatti** ambientali avviato grazie a una spinta innovativa che, corroborata da normative sempre più stringenti, si manterrà sostenuta tanto per gli **aspetti tecnologici**, quanto per quelli **immateriali e infrastrutturali**. L’approvazione del nuovo regolamento UE 2019/631 che fissa i nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ per automobili e veicoli commerciali leggeri al 2030 con un traguardo intermedio al 2025, insieme al complesso passaggio dalla procedura di omologazione NEDC (*New European Driving Cycle*), alla più severa WLTP (*Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure*) rappresentano un poderoso incentivo all’ elettrificazione e all’ efficienza dei veicoli.

Un ambito in cui il motore elettrico, con e senza spina, aiuterà tutte le alimentazioni, anche quelle alternative. E proprio nelle alimentazioni bisognerà attendersi l'arrivo di nuovi carburanti: dall'idrogeno agli **E-Fuel**, mentre nel breve e nel medio termine proseguirà l'evoluzione bio, come dimostra la circolarità del **biometano**. Per quanto riguarda i veicoli industriali, se le vendite hanno subito una contrazione per via della pandemia, continua e con ritmo identico allo scorso anno l'espansione della rete di distribuzione del gas naturale in forma liquefatta (**GNL**), nonostante non sia stata ancora risolta la pressoché totale dipendenza dall'estero. Per quanto riguarda la **micromobilità attiva e sostenibile**, una nuova spinta è arrivata dalle misure di distanziamento imposte dall'emergenza sanitaria, e le vendite di biciclette e a pedalata assistita hanno raggiunto punte da record.

La pandemia di COVID-19 ha incentivato anche il lavoro da remoto, cui è dedicato il **capitolo 7**, che approfondisce la diffusione dello **smart working** e, in generale, delle forme di restituzione ai lavoratori di **flessibilità e autonomia nella scelta degli spazi**, degli **orari** e degli **strumenti** da utilizzare a fronte di una maggiore responsabilizzazione sugli obiettivi conseguiti. In questo ambito, si fornisce innanzitutto un'analisi comparata sullo scenario europeo della diffusione dello smart working e si spiegano le ragioni del ritardo italiano rispetto agli standard europei. Segue una disamina sullo stato dello smart working in Italia, con un focus sull'adozione del lavoro agile per settore e dimensione di impresa. Si sottolinea poi come la pandemia abbia impattato sulla sua diffusione e gli effetti che esso presenta sotto il profilo energetico. Dall'analisi emerge il **divario che separa l'Italia dall'Europa**. In questo ambito, pesa innanzitutto un **generale ritardo nella digitalizzazione del Paese**. La pandemia ha determinato le condizioni per una prima generalizzata sperimentazione di forme di lavoro agile, i cui effetti andranno valutati nel medio termine e comparati a livello europeo. In relazione alle conseguenze dello smart working sui consumi energetici, dall'analisi proposta non si evidenzia una chiara riduzione dei consumi. Anzi, i profili energetici dello smart working rimangono soggetti a numerosi fattori e segnalano diverse indeterminanze.

Nel **capitolo 8** viene monitorato il processo di costituzione delle **start-up** sul territorio nazionale (ormai oltre la soglia degli 11.000), con particolare attenzione a quelle energetiche, giunte attualmente ad un totale di 1.610. Queste ultime continuano a essere particolarmente concentrate nelle regioni settentrionali. **La Lombardia rimane in testa**, con quasi 3.000 nuove realtà imprenditoriali, ma segue il Lazio, con quasi 1.300 start-up. Si conferma la particolare vocazione ai servizi, nel caso delle start-up energetiche particolarmente nelle attività di R&S, oltre che un particolare dinamismo in quanto ad attività innovativa di elevato livello, intesa cioè come in grado

di tradursi in brevetti depositati o software registrati. Un aspetto che assume sempre maggiore rilievo è l'apporto che l'ecosistema delle start-up può dare all'economia nazionale. L'elemento dimensionale continua a rappresentare la principale criticità: quasi il 90% delle start-up fattura, infatti, meno di 500.000 euro, sia nel settore energetico che negli altri, e in pochi casi la forza lavoro impiegata supera i dieci addetti (circa il 5%). Tuttavia, non va trascurato l'**impatto economico e occupazionale di queste nuove realtà imprenditoriali**: le stime parlano, per l'ecosistema start-up nel suo complesso, di un valore fino a 4 miliardi di euro, di cui oltre un quinto generato nelle sole regioni meridionali. Inoltre, il 16% di questo valore complessivo è da attribuirsi alle sole start-up energetiche (oltre 660 milioni di euro). Meno incisivo, ma comunque in crescita, l'impatto in termini occupazionali, dove si stimano fino a quasi 68.500 posti di lavoro (oltre la metà nel Nord Italia), di cui circa 9.600 nel solo comparto energia.

INTRODUZIONE

Il Rapporto I-Com sull'innovazione energetica, proseguendo un'attività avviata nel 2009 e aggiornata e adattata annualmente a un contesto sempre più mutevole e talvolta magmatico, ha ormai superato il traguardo delle dieci edizioni.

In questi anni molte cose sono accadute e moltissime previsioni non si sono avverate, tanto che si potrebbe dire che l'energia, sia dal lato della domanda che da quello dell'offerta, non è più quella di una volta.

L'obiettivo del nostro Osservatorio non è tuttavia cambiato ma resta quello di fornire spunti utili per una riflessione annuale, sia sulla direzione presa dall'innovazione - non solo tecnologica - in materia di energia e ambiente, sia sul posizionamento dell'Italia rispetto agli altri Paesi, nella ricerca e sviluppo in campo energetico.

Temi che portano a sfide, anche molto complesse, anticipate da rapidi e inaspettati cambiamenti, che il sempre più composito universo dell'energia vede materializzarsi dinnanzi a sé. Sfide che non possono essere rinviate, ma dovranno essere comunque intraprese, anche prescindendo da calcoli, ripensamenti e incertezze della politica.

Quest'anno poi, nel mezzo della stesura di questo rapporto, è arrivata l'inimmaginabile tragedia provocata dal dilagare dell'epidemia da Sars-CoV-2, che oltre a contagiare l'economia ha sconvolto usi e abitudini di noi tutti.

Inevitabile dunque che la ripartenza rappresenti una poderosa occasione di cambiamento.

Al di là della retorica, che pur caratterizza i nostri tempi, crediamo che l'innovazione, anche in campo energetico, sarà *magna pars* dei cambiamenti che si verificheranno nei prossimi mesi e anni. E tuttavia, proprio quando sarebbe necessaria un'innovazione più veloce, il dilagare del nuovo Coronavirus sta provocando l'effetto opposto. Nel prossimo futuro la capacità di portare sul mercato nuove tecnologie rischia di essere indebolita dagli effetti economici della pandemia ma anche dalle incertezze politiche e di mercato, che potrebbero ridurre la disponibilità dei necessari finanziamenti alle imprese (Zorzoli, 2020). Come emerso anche da un sondaggio effettuato lo scorso maggio dall'Agenzia internazionale dell'energia, che ha lanciato un grido d'allarme.

Inevitabile, dunque, l'impiego di risorse pubbliche, come il neonato Fondo per l'innovazione, finanziato con proventi del sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione europea e il coinvolgimento dei singoli, tanto come cittadini che come consumatori. Questo perché saranno le

loro scelte, che sarebbe da ingenui ritenere scontatamente *green*, a determinare il futuro e, dunque, crediamo che l'innovazione, oggi più di ieri, debba essere necessariamente inclusiva anche di tecnologie, da taluni forse troppo frettolosamente giudicate superate.

I nostri decisori politici, potrebbero comunque fare di più, a cominciare dall'imprimere una maggior efficacia a norme e regole ad esempio in materia di autorizzazione di impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili, cui abbiamo dedicato una postfazione del rapporto di quest'anno.

1. I BREVETTI NEL SETTORE ENERGETICO ED ELETTRICO

1.1. INTRODUZIONE E METODOLOGIA

La sezione in cui sono presentati i principali indicatori di attività brevettuale continua ad essere costruita secondo l'approccio metodologico introdotto con l'edizione 2019. In tabella 1.1 è riportata la descrizione delle aree prese in esame e i relativi codici CPC a livello di primo *digit* della classe tecnologica di riferimento. L'adozione del criterio di classificazione CPC consente di disporre di una taggatura univoca per identificare brevetti nel campo delle "tecnologie e applicazioni per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico".

TABELLA 1.1 Aree tecnologiche per la generazione elettrica. Descrizione e codice CPC

Descrizione	Codice CPC
Geotermia	Y02E 10/10
Idroelettrico	Y02E 10/20
Energia dal mare	Y02E 10/30
Solare termodinamico	Y02E 10/40
Solare fotovoltaico	Y02E 10/50
Eolico	Y02E 10/70
Cogenerazione	Y02E 20/14
Nucleare	
Fusione (fusion reactors)	Y02E 30/10
Fissione (nuclear fission reactors)	Y02E 30/30
Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica	
Flexible AC transmission systems	Y02E 40/10
Active power filtering	Y02E 40/20
Reactive power compensation	Y02E 40/30
Arrangements for reducing harmonics	Y02E 40/40
Superconducting electrical elements or equipment or power systems integrating superconducting elements or equipment	Y02E 40/60
Smart Grids	Y02E 40/70
Biocarburanti	Y02E 50/10
Accumulo	
Energy storage	Y02E 60/10
Hydrogen (technologies)	Y02E 60/30
Fuel cells	Y02E 60/50
CCT e CCS	Y02C 10/00

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Si noti che lo *European Patent Office* provvede regolarmente ad una revisione dei codici CPC attribuiti ai brevetti. La natura del progresso tecnologico, infatti, è tale per cui talune categorie di invenzioni perdano con il tempo loro valenza innovativa per il sopraggiungere di differenti

concezioni e traiettorie. Questo comporta, per ogni anno di indagine, la revisione dell'intera serie storica considerata. A seguito di una veloce verifica, ad esempio, si è notato che molti brevetti rientranti lo scorso anno nella categoria CPC Y, nella seguente rilevazione risultavano riclassificati nella sola categoria H (“*electricity*”).

Si ricorda inoltre come molte delle caratteristiche delle domande di brevetto utili alla costruzione degli indicatori (natura e riferimenti geografici dell'*applicant*, anno della richiesta, ecc.) siano mancanti. Questo deriva dall'impossibilità di poter assegnare ad ogni record l'opportuno dato mancante, o correggere l'eventuale errore rilevato nei dati grezzi. Si pensi sia alle distribuzioni per area tecnologica, sia, in misura maggiore, le distribuzioni per Paese e/o regione. L'attribuzione della regione è infatti subordinata al dato sulla localizzazione dell'*applicant*. Si riporta anche il caso dei richiedenti della categoria “individui” a cui non è associato il dato relativo al Paese.

Infine, si specifica che gli indicatori, in ciascuna delle tre parti del capitolo, sono ottenuti tramite conteggio assoluto dei brevetti presenti all'interno della banca dati. Questo, a differenza di un conteggio frazionario, non consente di tener conto della presenza di brevetti depositati da più soggetti provenienti da Paesi diversi, generando, come conseguenza, una potenziale sovrastima del numero di brevetti depositati dai singoli Paesi (Innov-E, 2019).

1.2. I BREVETTI NEL MONDO

Nel 2018 persiste il trend di crescita osservato nel numero di brevetti concessi a livello mondiale nell'ultimo decennio, giungendo a toccare la soglia degli 1,5 milioni (+2,3% rispetto al 2017). L'unica battuta d'arresto riscontrata è stata negli anni 2013-2014, in cui si è osservata una sostanziale stabilità nel numero di brevetti concessi. Tuttavia i tassi di incremento, seppur positivi, continuano ad essere attenuati rispetto ai ritmi rilevati nel biennio 2015-2016 (+11% circa).

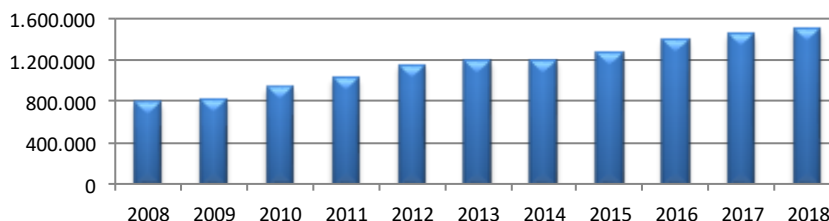


FIGURA 1.1 Numero totale di brevetti concessi a livello mondiale

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO

Dalla ripartizione per maggiori *player* internazionali, emerge un ulteriore consolidamento leadership globale della Cina sul fronte delle domande di brevetto, già conquistata nel 2016. Negli anni successivi si è osservato un allineamento dell'attività brevettuale tra Stati Uniti e Giappone (circa 290.000 brevetti concessi) e un progressivo distacco della Cina, che raggiunge, nel 2018 la cifra record di 377.305 brevetti, segnando un incremento prossimo al 7% su base annua. Il Paese che ha registrato il maggiore incremento rispetto allo scorso anno è l'Italia (22.224 brevetti, +12,9%). Seguono l'India (8.350, +11,2%) e la Francia (50.384, +5,9%). L'unico Paese per cui è stata rilevata una contrazione, seppur trascurabile, è il Giappone, con 284.068 brevetti concessi nel 2018, in riduzione del -0,7% rispetto al 2017.

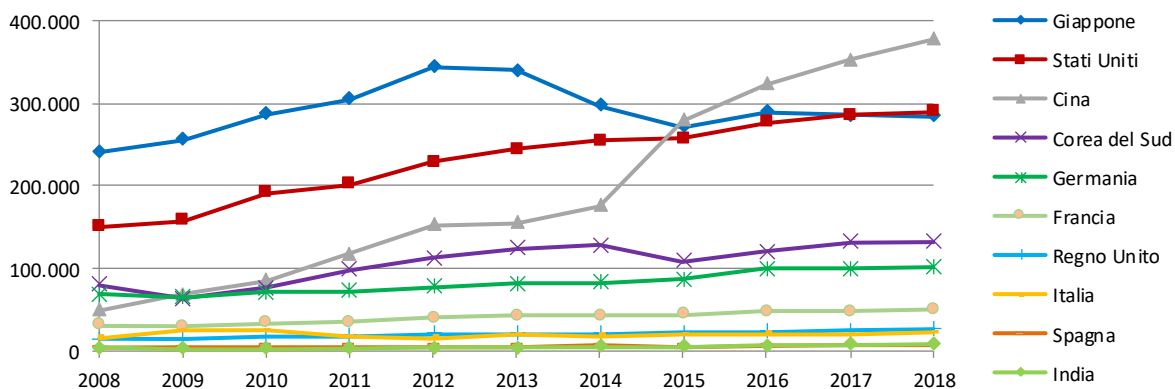


FIGURA 1.2 Numero totale di brevetti concessi. Dettaglio per Paese

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO – PatentScope

La riduzione cui si è accennato è ormai la terza consecutiva subita dal 2016 dall'economia del Sol Levante. Questa tendenza ha consentito agli Stati Uniti di guadagnare terreno, conquistando la seconda posizione proprio nell'anno in corso, dopo che nel 2017 il distacco era risultato di poco più di 200 brevetti in favore del Giappone.

Sotto differente angolatura, gli andamenti descritti possono essere apprezzati in ottica comparativa nei grafici in figura 1.3. Dei primi cinque Paesi per peso relativo delle domande di brevetto nel 2008, solo gli Stati Uniti sono riusciti a mantenere sostanzialmente inalterata la propria quota e il proprio posizionamento relativo a distanza di un decennio (rispettivamente, 19,1% nel 2008 e 19,3%). I rimanenti *player*, nell'ordine Giappone, Corea del Sud, Germania e Francia hanno

ceduto punti percentuale a beneficio dell'avanzamento della Cina, che passa dal 6,2% del 2008 al 25,2% del 2018.

La maggiore erosione della quota è stata subita dal Giappone che scende dal 30,6% del 2008 al 18,9% del 2018, pari ad un ulteriore punto percentuale in meno rispetto allo scorso anno. Segue la Corea del Sud con una riduzione di poco superiore ad un punto percentuali.

Sul fronte europeo, la Germania (8,7% nel 2008), cede circa 2 punti della propria quota. Anche la Francia è rimasta stabile tra il 2008 e il 2018 ma a livelli relativamente marginali rispetto al resto dei *player* (Fig. 1.3).

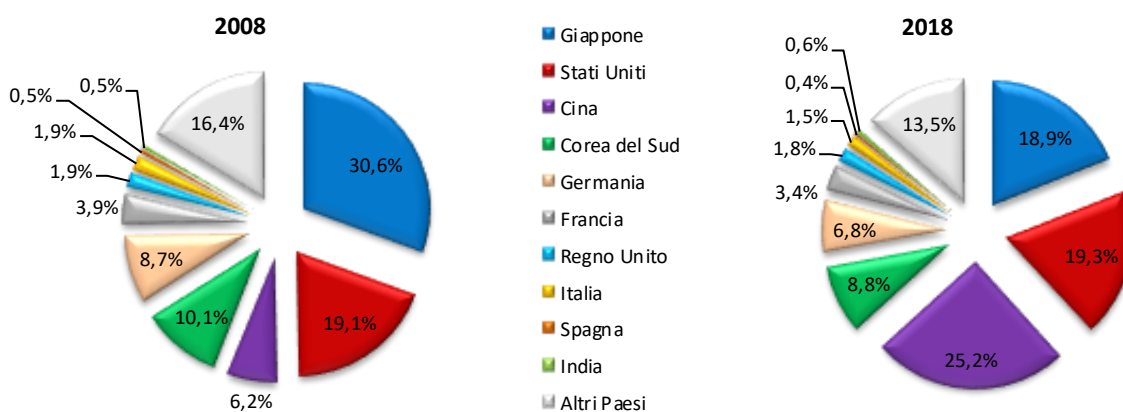


FIGURA 1.3 Brevetti concessi per Paese. Totale dei settori tecnologici (valori %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO

La figura 1.4 propone il dettaglio del numero di brevetti concessi nel settore energetico. Rispetto all'intero decennio, il numero di brevetti concessi è più che raddoppiato, passando dalle circa 45.780 unità del 2008, alle 104.795 mila del 2018. Su base annuale, si registra una leggera diminuzione rispetto al 2017 (-1,4%). Si tratta del primo segno negativo nell'intero periodo considerato, in cui l'incremento medio è stato pari al 8,6%.

Anche per quanto riguarda i brevetti concessi in campo energetico, la Cina aggancia il Giappone guadagnando la prima posizione nel 2018, seppur per sole 60 unità (28.679 contro 28.619). Rimane stabile in terza posizione gli Stati Uniti, con una flessione tra il 2017 e il 2018 (13.269; -3,3%). Il

Giappone perde circa 2.000 concessioni nello stesso periodo (-7%). Peggiora la performance della Corea del Sud che segna una riduzione del 9% su base annua (11.489 brevetti).

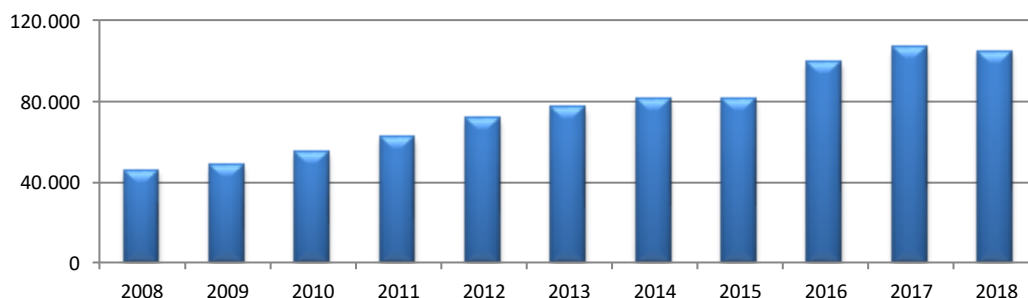


FIGURA 1.4 Numero di brevetti concessi a livello mondiale. Settore energia

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO – PatentScope (2019)

In termini di incremento, l'unico Paese a fronteggiare il ritmo cinese è il Regno Unito, con una variazione del +9%, anche se in livello l'attività brevettuale nelle tecnologie energetiche non è paragonabile ai Paesi che occupano le prime posizioni. Nel complesso, i Paesi europei segnano tutti un incremento: Italia +3,4% (879 brevetti concessi), Francia +1,7% (3.206) e Germania +1,2% (8.288). Unica eccezione è la Spagna che con una riduzione del 13% si ferma a 254 domande concesse nelle tecnologie energetiche (Fig. 1.5).

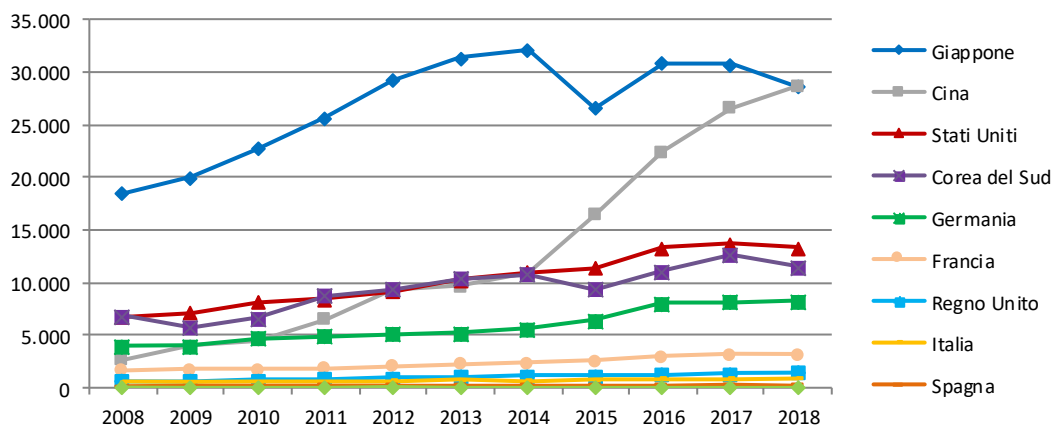


FIGURA 1.5 Numero di domande di brevetto per Paese. Settore energia

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO – PatentScope (2020)

I brevetti concessi ad *applicant* cinesi nel settore “energia”, che nel 2008 rappresentavano meno del 6% dell’attività brevettuale mondiale, giungono ad occupare il 27,4%, appena un decimale oltre la quota Giapponese, del totale nel volgere di un decennio (Fig. 1.6). Il riallineamento ha coinvolto prevalentemente il Giappone, che cede 13 punti percentuali, passando dal 40,3% (18.446 domande) al 27,3% (28.619 domande). Più contenuta la riduzione della Corea del Sud, in virtù della notevole riduzione del peso sulla scena internazionale già subito tra il 2016 e il 2017. L’economia asiatica passa dal 14,8% all’11% nel decennio di riferimento. Si rileva una riduzione di peso percentuale anche per gli Stati Uniti che passa da 6.714 brevetti concessi nel 2008 (14,7%) a 13.269 nel 2018 (12,7%).

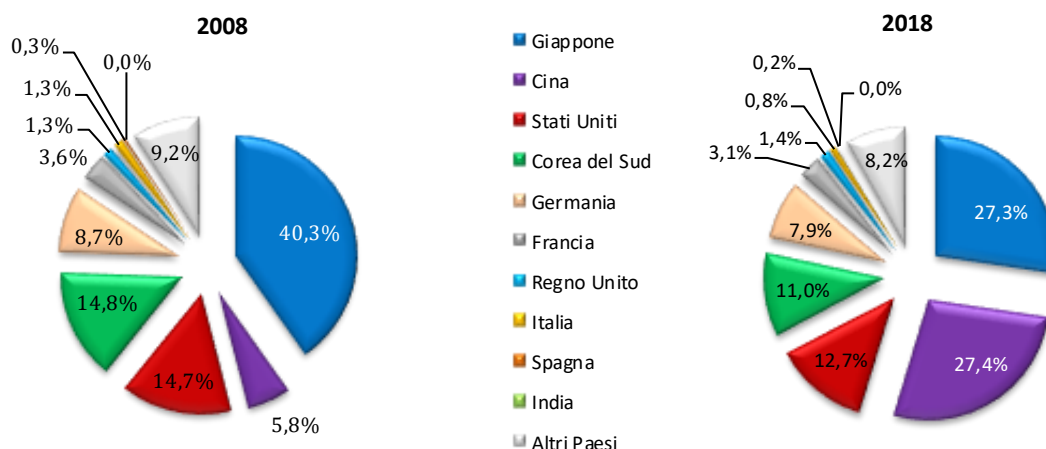


FIGURA 1.6 Brevetti concessi per Paese. Settore energia (valore %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO

La brevettazione italiana perde ulteriore terreno. Nonostante un incremento medio del 4,2% tra il 2008 e il 2018, l’Italia passa dal 1,3% (582 brevetti) allo 0,8% (879 brevetti) rispetto ai principali Paesi, nelle tecnologie energetiche (Fig. 1.6). Questa dinamica è dovuta al fatto che l’Italia presenta il tasso di incremento più basso tra tutti i Paesi considerati. Il Giappone è secondo con un tasso di variazione medio del 4,5%. Seguono, Corea del Sud (5,4%), Spagna 5,5% e Spagna (6,9%).

In figura 1.7 viene dato maggior risalto alla crescita di attività brevettuale cinese verificatosi nell’ultimo decennio. Il grafico riporta la comparazione tra il tasso di crescita medio annuale composto (CAGR) 2008-2018 per ciascuno dei Paesi. Tra il 2008 e il 2018 il CAGR della Cina risulta

pari al 26,9%, circa 4 punti percentuali in più rispetto alla dinamica delle domande di brevetto complessive. Sebbene questi incrementi siano in parte spiegati dal ritardo relativo nella condizione iniziale, è solo dal 2014 in poi che si osserva una vera e propria esplosione dell'attività brevettuale cinese.

La Cina, come già discusso, presenta un ritmo di crescita non eguagliato da altri attori globali. Il secondo Paese per ampiezza del CAGR è l'India con il 10,1% nel caso dei brevetti energetici e 7,8% per la totalità delle aree tecnologiche. Buone performance sono state realizzate anche dal Regno Unito (9% e 6,1%) e dalla Germania (7,6% e 4%). L'Italia è ultima, come detto, in quanto a incremento tendenziale sul fronte delle tecnologie energetiche e penultima (davanti a Giappone) per quanto riguarda la produzione complessiva di brevetti (3,8%).

Si ricordi, tuttavia che queste percentuali sono computate su valori assoluti molto contenuti, scarsamente comparabili rispetto al dato dei big internazionali. In tutte i Paesi considerati, la domanda di brevetti cresce maggiormente rispetto al totale. Solo la Corea del Sud e gli Stati Uniti mostrano CAGR sostanzialmente allineati attorno, rispettivamente, al 5% e al 7% (Fig. 1.7).

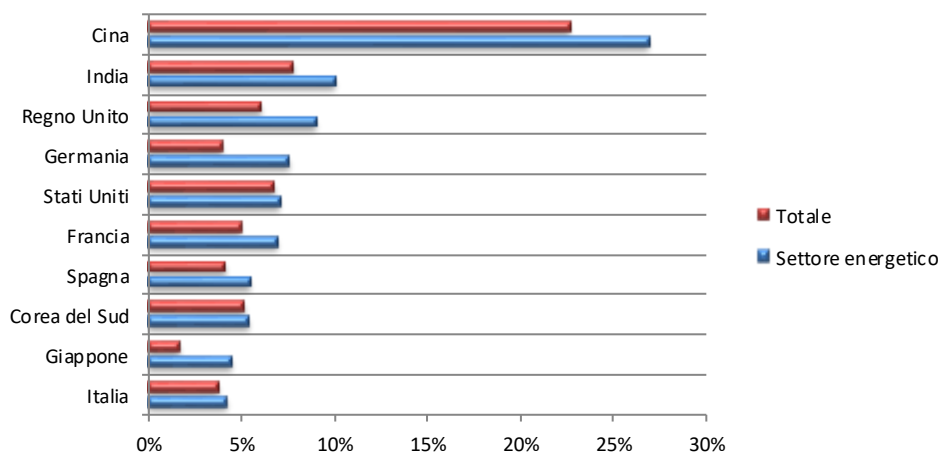


FIGURA 1.7 Tasso di crescita medio annuale (CAGR) dei brevetti richiesti per Paese. Anni 2008-2018 (valore %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO

Il grafico che segue riporta l'incidenza dei brevetti energetici lungo l'orizzonte temporale 2008-2018, mostra la persistenza di un andamento leggermente crescente, seppur in attenuazione, a livello globale e stabile per l'Italia. La percentuale di domande nel mondo perde 0,3 punti

percentuali (dal 7,3% al 7%) tra il 2017 e il 2018. Analogamente per l'Italia, che passa dal 4,3% al 4% (Fig 1.8).

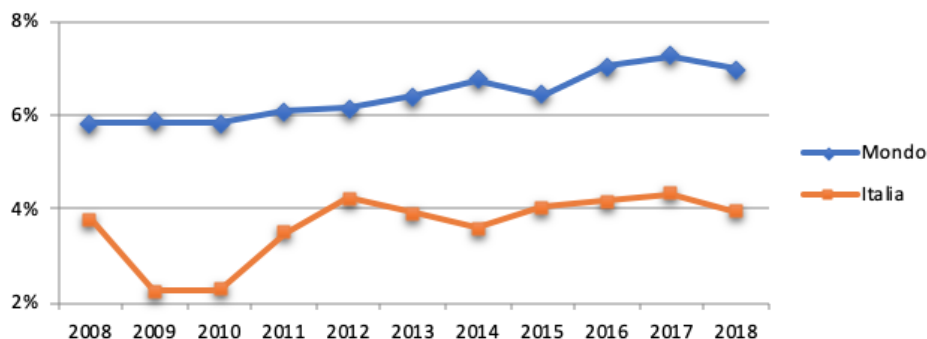


FIGURA 1.8 Rapporto tra numero dei brevetti richiesti nel settore energetico* sull'ammontare complessivo (valore %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati WIPO

1.3.1 BREVETTI IN CAMPO ELETTRICO

Nella presente sezione è dedicato un focus alle tecnologie per la generazione di energia elettrica. Come per lo scorso anno, nel 2018, la maggior parte dei brevetti concessi a livello globale si sono concentrati nell'accumulo energetico. Le due aree tecnologiche hanno totalizzato rispettivamente 8.564 e 7.665 brevetti.

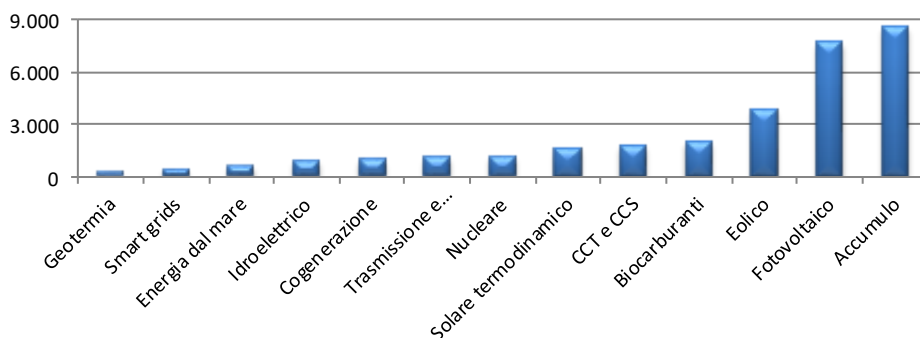


FIGURA 1.9 Brevetti concessi in campo elettrico, per tecnologia (2018)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Segue la generazione eolica, con 3.884 brevetti concessi nel 2018 (Fig. 1.9). Le rimanenti tecnologie appaiono molto distanziate dal gruppo delle prime tre. In quarta posizione si registrano le applicazioni relative ai biocarburanti, con 2.022 brevetti concessi. Tecnologie per l'energia geotermica (n. 263), cogenerazione (n. 452) ed energia dal mare (n. 622) chiudono la classifica. In ottica temporale, nell'ultimo decennio si è assistito, in termini di incidenza relativa, ad un processo di convergenza tra le tecnologie del solare fotovoltaico e per l'accumulo energetico. Quest'ultima nel 2008 era di gran lunga l'area in cui si concentrava maggiormente l'attività brevettuale, pari a circa il 30% del totale mondiale. Di contro, il solare fotovoltaico occupava una quota prossima al 17%. Nel quinquennio successivo si è assistito al consolidamento di trend speculari, fino al 2011, anno in cui le quote di brevetti concessi sono state pari al 25% per l'accumulo e 24% per il fotovoltaico. L'anno successivo quest'ultima rimpiazza l'accumulo come tecnologia con il maggior peso relativo, a livello globale, in termini di brevetti concessi (25% contro 23%).

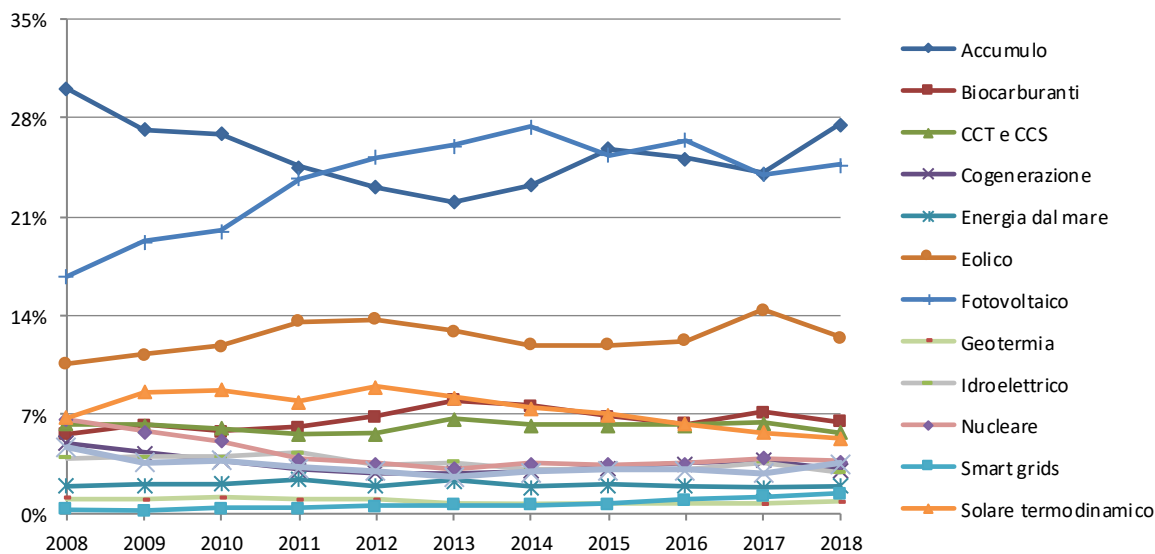


FIGURA 1.10 Brevetti concessi per tecnologia elettrica (valore %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

L'eolico persiste su una quota prossima al 14%, fatta eccezione per il primo anno di osservazione (11%). Le altre tecnologie permangono su livelli marginali rispetto alle prime tre. Limitando il

confronto al primo e l'ultimo anno (Fig. 1.11), si nota l'incremento del fotovoltaico nel decennio, che passa dal 16,8% al 24,7% l'avanzamento di circa due punti nel campo dell'eolico (da 10,6% a 12,5%) e di un punto dei biocarburanti (da 5,6% a 6,5%). Di contro, emerge un arretramento della cogenerazione (da 5% a 3,1%), nel campo della CCT/CCS (da 6,4% a 5,8%) e delle tecnologie nucleari (da 6,7% a 3,7%).

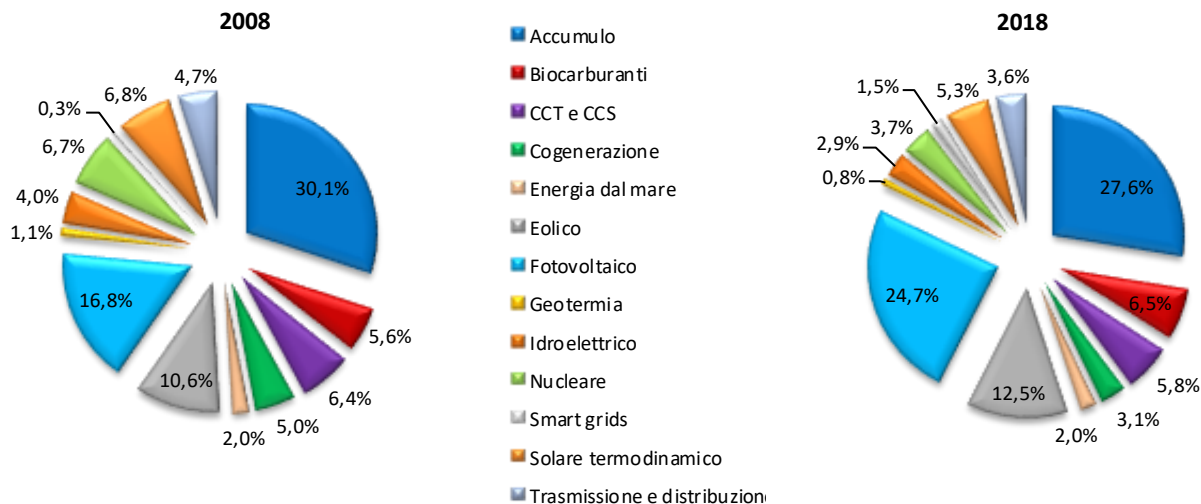


FIGURA 1.11 Brevetti concessi per tecnologia elettrica (valore %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Relativamente alla distribuzione per Paese, anche per il dettaglio delle tecnologie energetiche il 2018 è l'anno della conquista del primato da parte della Cina (7.840 brevetti concessi). La seconda piazza è occupata dagli Stati Uniti (7.353) a cui seguono Corea del Sud (5.055) e, perdendo una ulteriore posizione rispetto al 2017, Giappone (4.127).

Nell'ultimo decennio si è assistito ad un deciso rimescolamento del ranking. La Corea infatti, terza nel 2018, occupava nel 2008 la prima piazza con un totale di 1.598 brevetti concessi. In seconda posizione gli Stati Uniti con 1.415 brevetti e terza la Cina con 1.154 brevetti (Fig. 1.12). La Germania detiene la leadership tra i Paesi europei con 2.881 brevetti concessi nel 2018. L'Italia, con solo 278 brevetti concessi nel 2018, fa meglio solo di India e Australia.

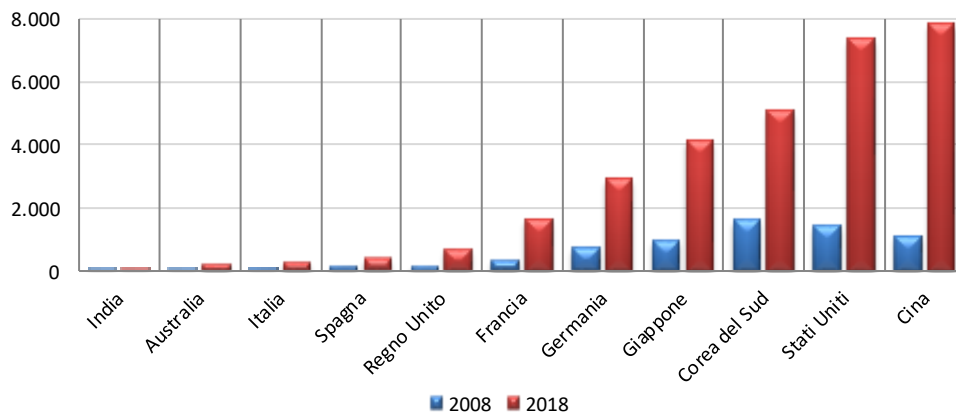


FIGURA 1.12 Brevetti concessi in campo elettrico, per Paese (2018)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

La figura 1.13 pone in evidenza come la quota mondiale dei brevetti concessi nelle tecnologie elettriche ai Paesi nella top 3 sia ulteriormente cresciuta nel decennio in esame, passando dal 63% del 2008, al 66,3% del 2018. Gli Stati Uniti realizzano un guadagno di due punti e mezzo percentuali. La Cina, che come detto entra nel 2018 in prima posizione, cresce di circa 9 punti nel confronto tra inizio e fine periodo. Subisce un notevole ridimensionamento lo share della Corea (da 24,4% a 16,5) pur guadagnando l'ingresso nella top 3 a scapito del Giappone.



FIGURA 1.13 Distribuzione dei brevetti concessi in campo elettrico, per Paese (valori %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Combinando la localizzazione geografica Paese, con il dettaglio tecnologico, è possibile notare il differente profilo di specializzazione che contraddistingue i maggiori *player* mondiali. La Cina occupa la prima posizione solo nel settore eolico (1.128 brevetti, 28% del totale) per quanto concerne le principali tecnologie. Seguono la Germania (1.006; 25%) e, notevolmente distanziati, gli Stati Uniti (796, 20%). La Cina è prima per numero di brevetti concessi anche nel settore delle *smart grids*, con 391 brevetti, pari al 71% dei brevetti mondiali, nel solare termodinamico (567; 37%) e trasmissione e distribuzione (813; 67%). Rispetto alle applicazioni su cui si sono concentrati il maggior numero di brevetti concessi, la Corea del Sud guida la classifica nell'accumulo (1.987; 25% del totale). Poco distanziati, il Giappone con 1.812 brevetti (23%) e gli Stati Uniti (1.436; 19%). La Corea domina la scena anche nel settore fotovoltaico, seconda per importanza complessiva, con 1.760 brevetti concessi (24%). Seconda, in questo caso la Cina che nel 2018 ne detiene 1.738 (23%). Chiudono la testa della classifica, gli Stati Uniti con 1.524 brevetti, pari al 21% del totale (Fig. 1.14).

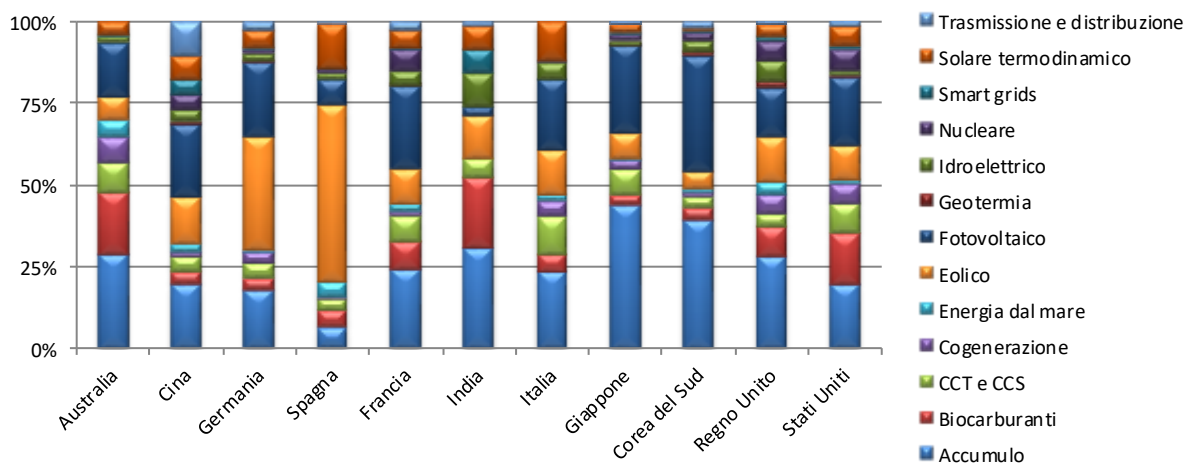


FIGURA 1.14 Distribuzione dei brevetti concessi in campo elettrico, per Paese (valori %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

La brevettazione italiana è in linea con gli ambiti di maggiore attrazione di nuove invenzioni. La maggior parte dei brevetti è stata concessa nell'accumulo (64 brevetti; 1%), nel fotovoltaico (60; 1%) e nell'eolico (39; 1%). Si riscontra, inoltre, un buon livello di attività sul versante del solare termodinamico (33; 2,2%), dei biocarburanti (16; 1%) e nell'idroelettrico (14; 2%).

Nel confronto tra il primo e l'ultimo anno della corrente rilevazione, è possibile notare come il sistema dell'innovazione italiano nel campo delle tecnologie elettriche sia rimasto piuttosto stabile nell'ultimo decennio, rispetto alle tecnologie di punta, seppur sia evidente l'emergere di nuovi ambiti di specializzazione (Fig. 1.15). È il caso dell'accumulo, che mantiene la prima posizione pur perdendo circa 6 punti percentuali (23%). Poco distante, si impongono le applicazioni fotovoltaiche (21,6%) in seconda posizione. Al terzo posto rimane l'eolico con solo 0,7 punti in più nel decennio, mentre raddoppia il peso relativo delle tecnologie CCT/CCS (11,5%). Le invenzioni nel settore della trasmissione e distribuzione sembrano non attrarre più gli *applicant* italiani.

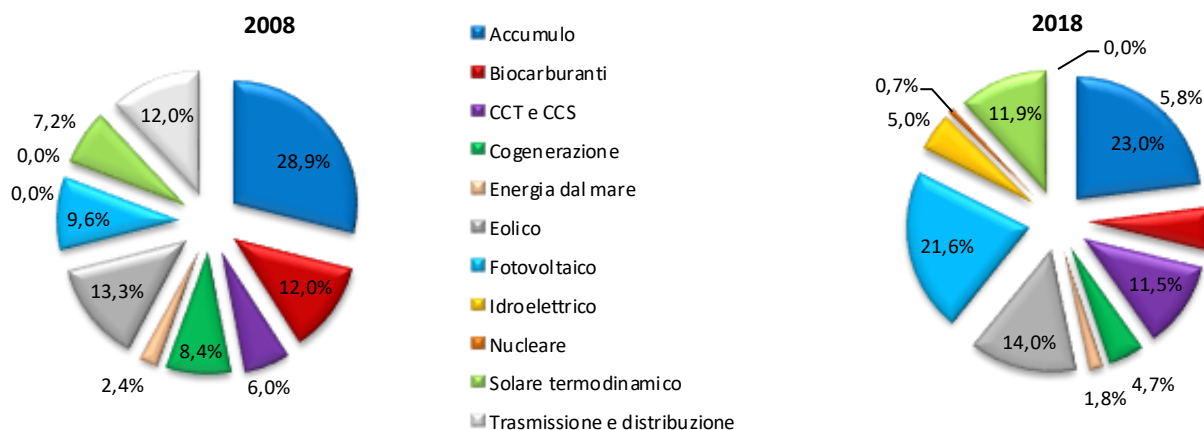


FIGURA 1.15 Brevetti per tecnologia in Italia

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

1.4. L'ATTIVITÀ BREVETTUALE IN ITALIA

Nella presente sezione il focus sull'Italia scende in maggiore dettaglio. L'attenzione è rivolta prevalentemente alle distribuzioni osservate rispetto alla natura degli *applicant* e rispetto alle ripartizioni territoriali del Paese.

Dal punto di vista dei soggetti depositanti, sono le imprese private a dominare numericamente rispetto alle altre categorie (81,1% del totale degli *applicant*, Fig. 1.16). Seppur siano basate su campioni sostanzialmente differenti, la quota cresce di ulteriori 7 punti rispetto alle rilevazioni dello scorso anno. Come sempre, la seconda voce per peso relativo è quella delle persone fisiche, pari a

circa il 15,4% del totale. Il rimanente 3,5% si compone per più della metà di dipartimenti e istituti universitari (2%) e per la parte residua maggiormente di enti pubblici.

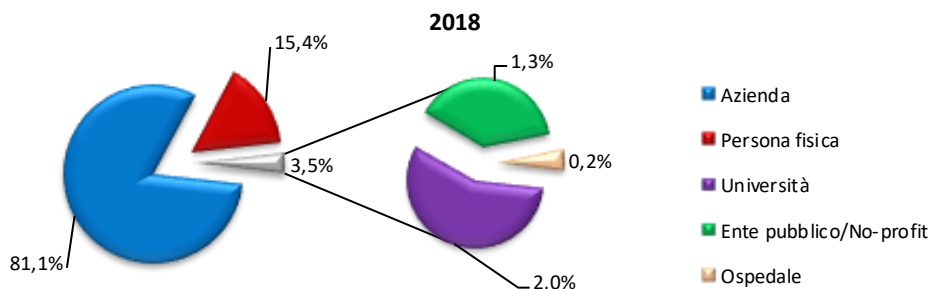


FIGURA 1.16 Distribuzione dei brevetti concessi in Italia, per ente brevettante. Anno 2018

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Per quel che riguarda la localizzazione regionale dell'*applicant*, appare evidente come l'attività brevettuale sia appannaggio quasi esclusivo delle regioni del Nord. La Lombardia detiene il primato con 2.406 brevetti concessi nel 2018 (+9% rispetto allo scorso anno), pari al 38% del totale. L'entità della leadership lombarda emerge con più forza se si osserva il dato dell'Emilia-Romagna (1.119 brevetti; +25% rispetto al 2017), che occupa la seconda posizione, e un peso complessivo sull'intero Paese pari al 17% (Fig. 1.17). Per l'anno di riferimento, si segnala la notevole riduzione del divario di brevettazione tra il Piemonte (688; +15% rispetto al 2017) e il Veneto (720 brevetti, solo 20 in più rispetto allo scorso anno) che mantiene tuttavia la terza posizione tra le regioni italiane.

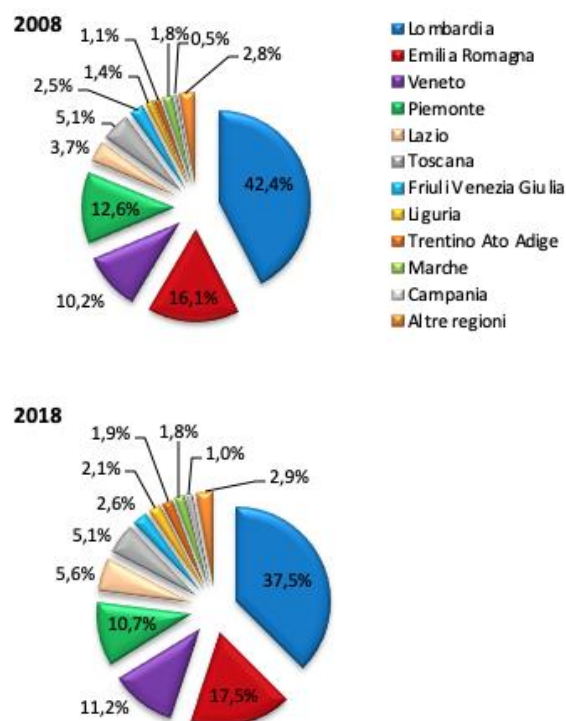


FIGURA 1.17 Brevetti concessi in Italia. Dettaglio per regione dell'*applicant* (valori %)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Il focus sulle tecnologie elettriche evidenzia una differente gerarchia tra le regioni italiane. La Lombardia rimane regione leader con 49 brevetti concessi nel 2018, pari al 30,2% della brevettazione dell'intero Paese, in aumento del 9% rispetto allo scorso anno. In seconda posizione si trova il Lazio con un totale di 35 brevetti (22%), realizzando un incremento del 21% su base annua. Segue il Piemonte con 22 brevetti (14%), di poco superiore alla Toscana i cui *applicant* sul territorio hanno ottenuto 12 brevetti (7,4%).

Le rimanenti regioni occupano una posizione di margine rispetto al Paese. Si sottolinea, inoltre come per cinque regioni non siano stati rilevati brevetti nelle categorie tecnologiche in esame: Abruzzo, Basilicata, Calabria, Molise e Valle d'Aosta (Fig. 1.18).

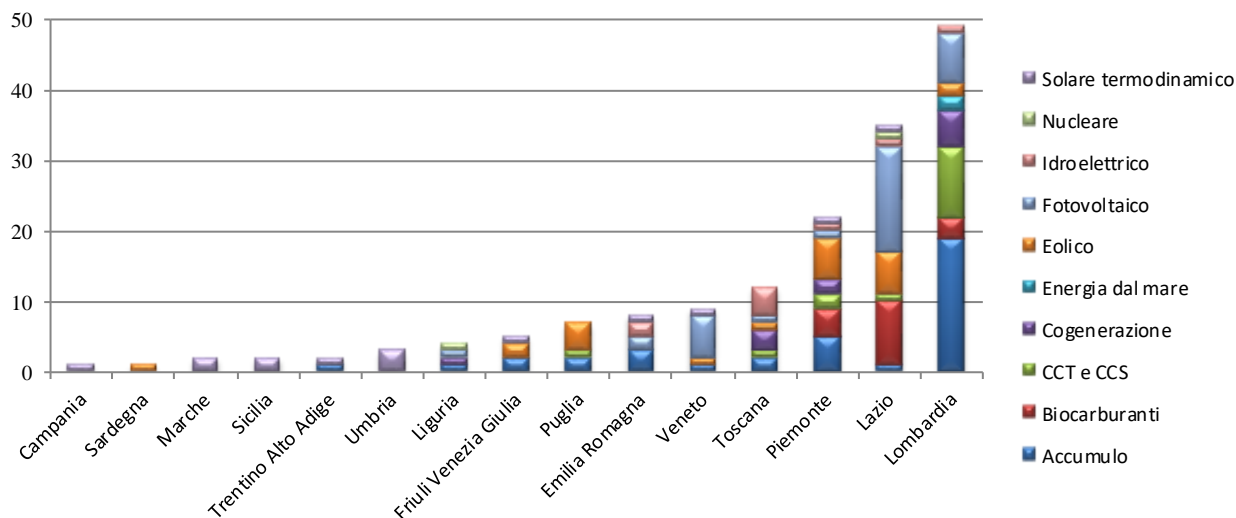


FIGURA 1.18 Numero di brevetti concessi in Italia nelle tecnologie elettriche. Dettaglio per regione, anno 2018

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO – PatStat (Autunno 2018)

Come già osservato nel confronto con i *player* globali, le tecnologie per l'accumulo di energia occupano un ruolo di rilievo per l'Italia. Nel 2018, 12 brevetti sono stati concessi ad *applicant* localizzati in Lombardia, pari ad uno share del 28% rispetto alla brevettazione della regione e al 44% del totale nazionale dei brevetti sull'accumulo per cui è disponibile il dato sulla localizzazione regionale dell'*applicant*. Inoltre, nel CCT e CCS, la quasi totalità di brevetti è concentrata in

Lombardia. La regione è inoltre prima per quanto riguarda le tecnologie collegate alla cogenerazione, detenendo 5 brevetti degli 11 totali concessi nel 2018. I brevetti nel campo dei biocarburanti (16 in totale) sono stati prevalentemente concessi ad *applicant* della regione Lazio: 56% del totale dei brevetti italiani, 26% del totale dei brevetti elettrici nel Lazio. Il Lazio è leader in Italia anche per quanto concerne il comparto fotovoltaico: 15 brevetti, pari al 45% nazionale.

Si noti infine come per alcune tecnologie, la concessione di brevetti a livello nazionale derivi dall'iniziativa di poche regioni o singoli soggetti. È il caso ad esempio della Lombardia a cui sono stati concessi gli unici 2 brevetti nel campo dell'energia dal mare. Medesimo numero di brevetti concessi nel settore della fusione e fissione nucleare, equamente suddivisi tra Lazio e Liguria. Nel campo dell'accumulo e del solare termodinamico hanno contribuito il maggior numero di regioni: 10 in entrambi i casi. Colpisce, date le peculiarità ambientali italiani, l'assenza di brevetti nel settore della geotermia nel 2018.

I dati relativi al 2019 sono troppo parziali per poter fare confronti o considerazioni di una qualche significatività.

2. I BREVETTI NELL'AMBITO DELLA MOBILITÀ ELETTRICA

2.1. INTRODUZIONE E METODOLOGIA

L'obiettivo di questo capitolo è offrire una panoramica della produzione di brevetti nell'ambito della mobilità sostenibile. In particolare, faremo riferimento alle principali tecnologie elettriche applicate ai trasporti, attraverso i dati più recenti disponibili. Questo perché, anche se non è detto che la mobilità sostenibile debba necessariamente basarsi su tecnologie che utilizzano energia elettrica, è altrettanto vero che nei prossimi anni il peso della mobilità elettrica è destinato ad aumentare, sia per gli spostamenti privati sia per il trasporto delle merci.

Nello specifico, sono stati analizzati i dati relativi ai brevetti presentati nel 2018 e i dati preliminari per il 2019. Il contesto di riferimento è quello internazionale, in modo da poter garantire un approccio comparativo. L'analisi è stata effettuata prendendo in considerazione i seguenti settori:

- veicoli ibridi;
- veicoli elettrici *plug-in*;
- *energy storage*;
- *fuel cell* per i trasporti;
- *fuel cell* per i veicoli elettrici;
- stazioni di ricarica.

Per effettuare l'analisi è stata interrogata la banca dati dell'EPO (*European Patent Office*) e per ciascuno dei settori sopraindicati si sono catalogati i brevetti degli anni 2018 e 2019, costruendo così, rispettivamente, una banca dati di circa 6.600 e 1.100 brevetti (i dati del 2019 sono da considerarsi non definitivi, ma soggetti ad aggiornamento nel corso del 2020)¹. Il database utilizzato per lo studio è *Espacenet* che, grazie all'aggiornamento costante dei dati, consente di estrarre i dati più recenti possibili. Nel database è presente una classificazione delle tecnologie suddivise per aree partendo dalla macroarea fino alla singola tecnologia. Nello specifico, nell'analisi effettuata in questo studio si sono considerate, con riferimento alla macro-categoria "*Technologies or applications for mitigation or adaptation against climate change*" le seguenti tecnologie:

- *Road transport of goods and passengers*;

¹ Come nel primo capitolo, l'analisi dei dati è stata effettuata tramite conteggio assoluto dei brevetti presenti all'interno della banca dati. Questo, a differenza di un conteggio frazionato, non consente di tener conto della presenza di brevetti depositati da più soggetti provenienti da Paesi diversi, generando, come conseguenza, una potenziale sovrastima del numero di brevetti depositati dai singoli Paesi.

- *Enabling technologies and technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation.*

Nel database *Espacenet*, per ciascuna delle sezioni, è presente una schematizzazione sotto forma di albero che consente di visualizzare, e quindi ricercare, brevetti in molteplici settori elettrici, con livelli di dettaglio che vanno dalla macroarea e tecnologia al componente specifico.

È stata, inoltre, presa in considerazione la nazionalità del titolare del brevetto, assegnando a ciascuna Stato la proprietà del brevetto. Sono stati selezionati gli Stati ritenuti più interessanti da un punto di vista della capacità di innovazione e tutti gli altri Stati sono stati raggruppati sotto la voce “Altri Paesi”.

2.2. I BREVETTI NEL SETTORE DEI VEICOLI IBRIDI

La prima categoria analizzata nell’ambito della mobilità sostenibile è quella dei veicoli ibridi, utilizzando per la ricerca la classificazione e i codici relative a “*Hybrid vehicles*” all’interno della macrovoce “*Other road transportation technologies with climate change mitigation effect*”.

Sono complessivamente 763 i brevetti presentati nel 2018, di cui il 47% provenienti dai dieci Paesi oggetto di analisi. In particolare, si distinguono Giappone, Stati Uniti e Germania che, rispettivamente con 142, 96 e 82 brevetti (Fig. 2.1), rappresentano il 42% del numero totale di brevetti richiesti nell’anno (Fig. 2.2).

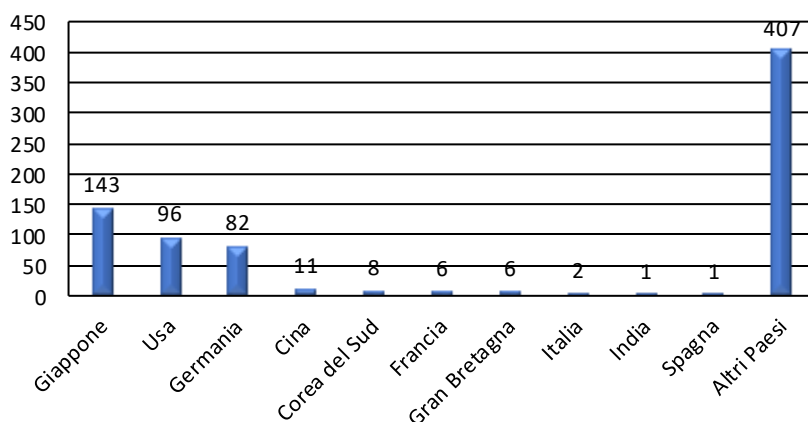
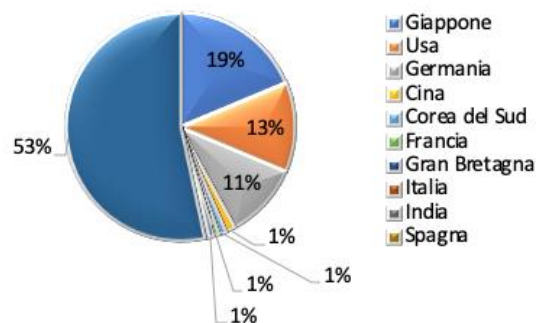


FIGURA 2.1 Numero di brevetti per Stato anno 2018, Veicoli ibridi

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

I dati preliminari del 2019 (Fig. 2.2 a destra) mostrano a oggi una posizione preponderante per gli Stati Uniti, che rappresentano da soli più della metà dei brevetti (54%). Seguono il Giappone (13%) e la Germania (11%). Tanto nel caso dei veicoli ibridi quanto per tutte altre le tecnologie di seguito trattate il raffronto tra l'anno 2018 e il 2019, per la parzialità dei dati di quest'ultimo non va fatto; i dati più recente vanno più che altro intesi come semplice anticipazione di quello che sarà l'andamento annuale.

2018



2019

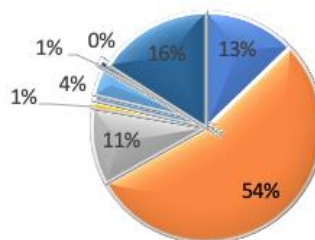


FIGURA 2.2 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, Veicoli ibridi
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.3. I BREVETTI NEL SETTORE DEI VEICOLI ELETTRICI *PLUG-IN*

I brevetti del settore veicoli elettrici plug-in sono stati catalogati considerando la tecnologia *“Plug-in electric vehicles”* contenuta nella macrovoce *“Technologies related to electric vehicle charging”*. La leadership spetta, in questo caso, alla Germania, che ha richiesto nel 2018, 120 brevetti, seguita a breve distanza dagli Stati Uniti (111); mentre, con soli 38 brevetti, molto indietro appare il Giappone (Fig. 2.3).

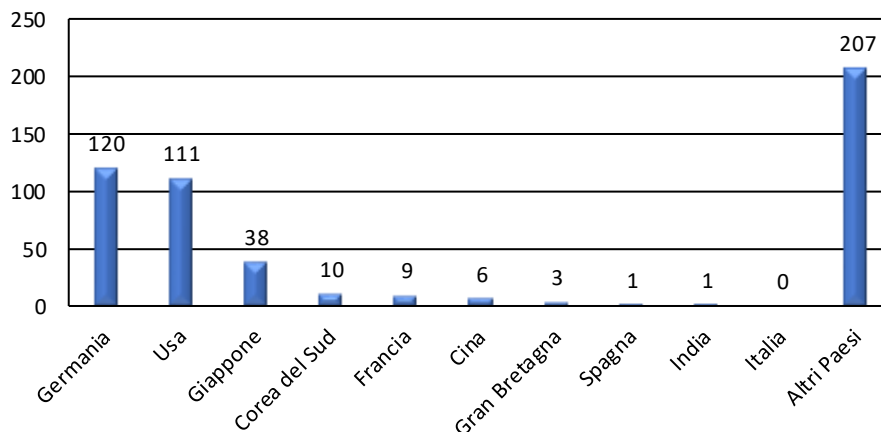


FIGURA 2.3 Numero di brevetti per Stato anno 2018, Veicoli elettrici *plug-in*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati dati EPO

L’apporto degli altri sette Paesi appare molto marginale. Complessivamente spiegano solo il 6% dell’attività brevettuale globale e rappresentano il 14% di quella attribuibile a Paesi diversi da quelli qui esaminati (Fig. 2.4). Dai dati provvisori relativi al 2019 (Fig. 2.4 a destra) risulta un avvicendamento tra Stati Uniti e Germania. La prima, infatti, stacca la seconda con quote rispettive del 46% e del 15%. Il Giappone rimane terzo, aumentando la propria quota di 2 punti percentuali. Si riduce di poco l’incidenza degli altri Paesi considerati.

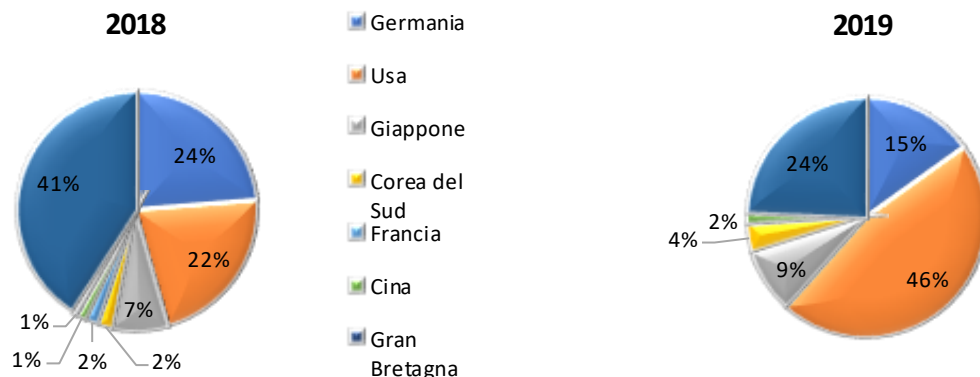


FIGURA 2.4 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, Veicoli elettrici *plug-in*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.4. I BREVETTI NEL SETTORE DELL'ENERGY STORAGE

Per il settore dell'accumulo di energia nell'ambito della mobilità, sono stati estrapolati i brevetti, relativi alla tecnologia *"Energy storage for electromobility"* dalla macrovoce *"Other road transportation technologies with climate change mitigation effect"*.

L'*energy storage* è di gran lunga la tecnologia nella quale si brevetta maggiormente. Nel 2018, infatti, sono state presentate oltre 4.100 domande, mentre il dato provvisorio del 2018 è pari ancora a soli 562 brevetti. Il Paese leader nella brevettazione nel settore dell'accumulo elettrochimico è il Giappone con 412 richieste, seguito da Stati Uniti, Germania e Corea del Sud, con 378, 252 e 208 brevetti, rispettivamente (Fig. 2.5).

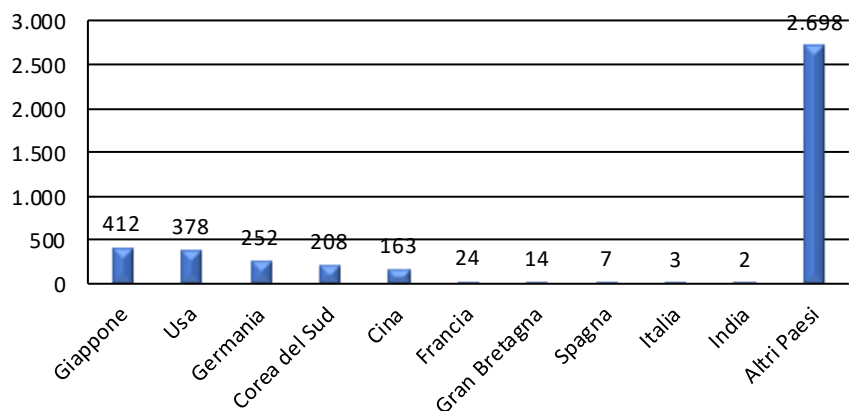


FIGURA 2.5 Numero di brevetti per Stato anno 2017, Energy storage

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Questi quattro Paesi rappresentano il 30% dei brevetti complessivamente richiesti (Fig. 2.6). La maggior parte (il 65%) si riferisce a Paesi diversi da quelli oggetto di analisi nel presente Rapporto. I dati provvisori relativi al 2019 (Fig. 2.6 a destra) vedono gli Stati Uniti primi sul fronte brevettuale nel settore dell'*energy storage*, seguiti da Giappone, Corea del Sud Germania, con quote (sebbene ampiamente provvisorie) nettamente superiori rispetto al precedente anno e pari rispettivamente al 35%, 22%, 11% e 9%. Diminuisce in maniera consistente il peso della categoria *"Altri Paesi"*, che si porta al 9%



FIGURA 2.6 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, *Energy storage*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.5. I BREVETTI NEL SETTORE *FUEL CELL* PER I TRASPORTI

Nell'ambito del *fuel cell* per i trasporti è stata interrogata la banca dati EPO relativa alla tecnologia "*Fuel cells specially adapted to transport applications*", dalla macrovoce "*Application of fuel cell technology to transportation*", che contempla le *fuel cell* impiegate in tutti quegli applicativi riguardanti il settore trasporti, ad esempio per automobili, autobus, imbarcazioni. In totale sono stati catalogati 190 brevetti in questo settore nel 2018, il 56% quali afferenti ai Paesi qui presi in esame. In particolare vanno affermandosi leader nel settore il Giappone (56), la Germania (17), gli Stati Uniti (16) e la Corea (12) (Fig. 2.7), che spiegano così circa il 54% del totale (Fig. 2.8).

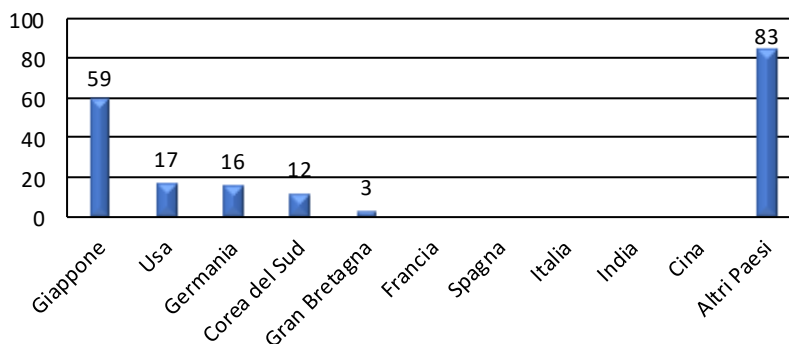


FIGURA 2.7 Numero di brevetti per Stato anno 2018, *Fuel cell per i trasporti*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Nel 2019 la situazione – sebbene provvisoria – appare offrire un quadro diverso (Fig. 2.8 a destra), con una netta predominanza della Corea del Sud (31% del totale), seguita dagli Stati Uniti (25%), dalla Germania (16%) e dalla Corea del Sud (13%). Molto più contenuta è la quota spettante ai Paesi diversi da quelli qui presi in esame (6% contro il 44% del 2018).



FIGURA 2.8 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, Fuel cell per i trasporti

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.6. I BREVETTI NEL SETTORE FUEL CELL PER VEICOLI ELETTRICI

I brevetti nel settore del *Fuel cell* per gli autoveicoli elettrici sono stati selezionati considerando la tecnologia *“Fuel cell powered electric vehicles”* dalla macrovoce *“Application of fuel cell technology to transportation”*. Sono complessivamente pari a 24 i brevetti depositati in questo ambito nel 2018 (Fig.2.9)

Il Paese col maggior numero di richieste è il Giappone (10), seguito dagli Stati Uniti (5) e dalla Corea del Sud (3) (Fig. 2.10), che spiegano complessivamente

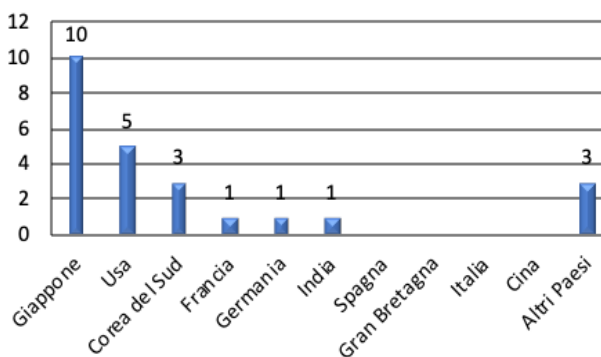


FIGURA 2.9 Numero di brevetti per Stato anno 2018, Fuel cell per veicoli elettrici

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

circa il 75% dell'attività innovativa globalmente svolta in questo settore. I dati preliminari mostrano, per il 2019, un sorpasso da parte della Corea del Sud (44%), che guadagna il primato, seguita dagli Stati Uniti (31%) e da Germania e Gran Bretagna a pari merito, con il 6%. (Fig. 2.10 a destra).

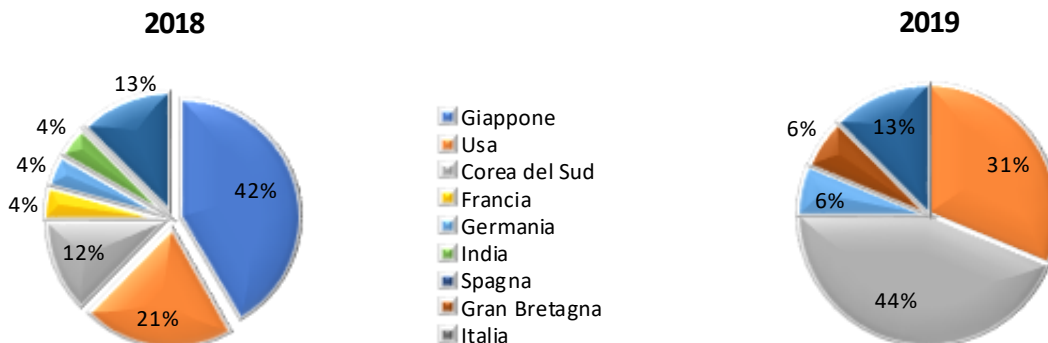


FIGURA 2.10 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, Fuel cell per veicoli elettrici

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.7. I BREVETTI NEL SETTORE DELLE STAZIONI DI RICARICA

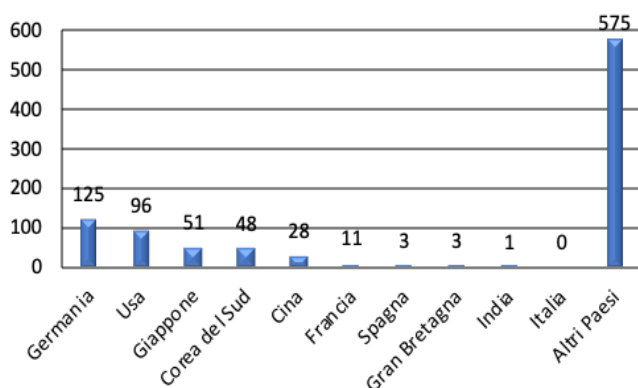


FIGURA 2.11 Numero di brevetti per Stato anno 2018, Stazioni di ricarica

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Infine, per esaminare l'attività innovativa con riguardo alle stazioni di ricarica, sono stati esaminati i brevetti contenuti nella classificazione EPO "Electric charging stations", appartenente alla macrovoce "Technologies related to electric vehicle charging". In totale, nell'anno 2018, sono stati presentati 941 brevetti; nel 2018, invece, i dati provvisori attestano ad ora 217 brevetti.

Anche in questo caso si distinguono Germania e Stati Uniti, con 125 e 96

brevetti, rispettivamente, seguite da Giappone (51) e Corea del Sud (48) (Fig. 2.11).

In termini relativi, Germania e Stati Uniti rappresentano quasi un quarto della torta, Giappone e Corea del Sud costituiscono un ulteriore 11%.

Tuttavia, i Paesi non considerati nell'analisi rispondono per il 61% dei brevetti (Fig. 2.12). Guardando ai dati provvisori del 2019 (Fig. 2.12 a destra), si segnala un'incidenza consistente da parte degli Stati Uniti, che salgono a rappresentare il 35% del totale. Aumenta anche la quota della Corea del Sud, che risponde per quasi un quinto. Rimane stabile, invece, la percentuale della Germania.

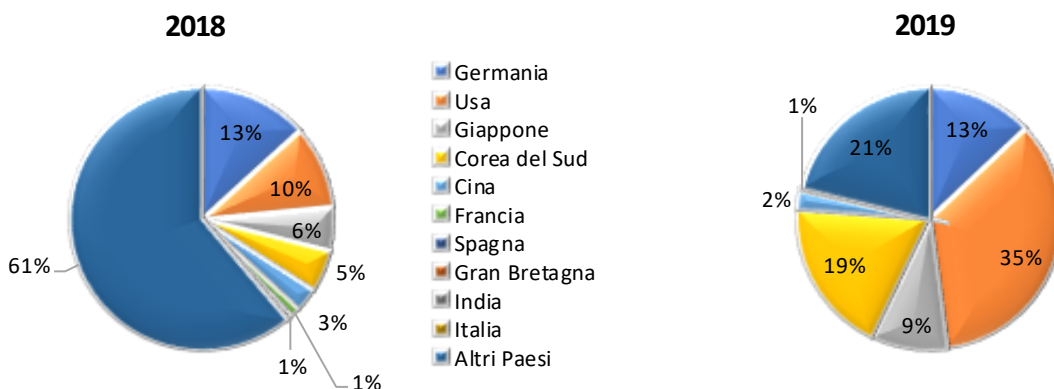


FIGURA 2.12 Numero di brevetti in percentuale per Stato nel 2018 e nel 2019*, Stazioni di ricarica

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

2.8. I BREVETTI NEL SETTORE FUEL CELL PER I TRASPORTI

Quest'ultima parte dello studio relativo ai brevetti registrati nel 2018 fornisce una visione di sintesi sullo stato attuale dell'innovazione tecnologica nel settore della mobilità sostenibile.

Come emerge dalla Figura 2.13, le richieste di brevetto riguardano soprattutto l'*energy storage*, con più di 4.000 brevetti. Seguono a notevole distanza, le stazioni di ricarica, i veicoli ibridi ed elettrici e il *fuel cell* per i trasporti, mentre resta fortemente residuale il *fuel cell* per gli autoveicoli elettrici, dove sono solo 24 i brevetti rinvenuti all'interno della banca dati EPO.

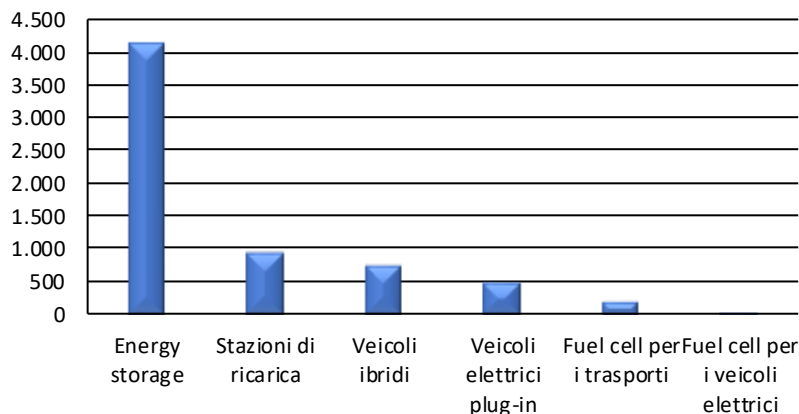


FIGURA 2.13 Numero di brevetti in percentuale per settore. Anno 2018

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Focalizzandoci esclusivamente sui 10 Paesi selezionati (Fig. 2.14), primo in assoluto risulta il Giappone, con un totale di 713 brevetti. Più della metà di questi (il 57%) riguarda il settore dell'*energy storage*. Secondi per incidenza, invece, sono i veicoli ibridi che rappresentano il 35% dei brevetti richiesti dal Giappone. Il secondo Paese in graduatoria sono gli Stati Uniti (703), seguiti dalla Germania, terza in classifica con 596 brevetti. Anche per gli Stati Uniti, i brevetti nell'accumulo energetico rappresentano una quota superiore alla metà (54%). Seguono i veicoli elettrici (16%) e subito dopo, a pari merito, veicoli ibridi e stazioni di ricarica, che costituiscono il 14%. Per la Germania, oltre all'elevata incidenza dei brevetti sull'*energy storage*, si segnala anche un'alta percentuale di brevetti in stazioni di ricarica (21%).

La Corea del Sud – quarta, dopo la Germania – segue a distanza significativa, con complessivi 289 brevetti. L'attività brevettuale della Corea del Sud è molto concentrata nelle tecnologie di accumulo. Queste, infatti, rappresentano il 72% del totale. L'*energy storage* è centrale anche per la Cina, per cui i brevetti in quest'ambito costituiscono il 78% dell'attività complessiva. Gli altri Paesi considerati restano residuali nella classifica globale, coprendo complessivamente solo il 2%.

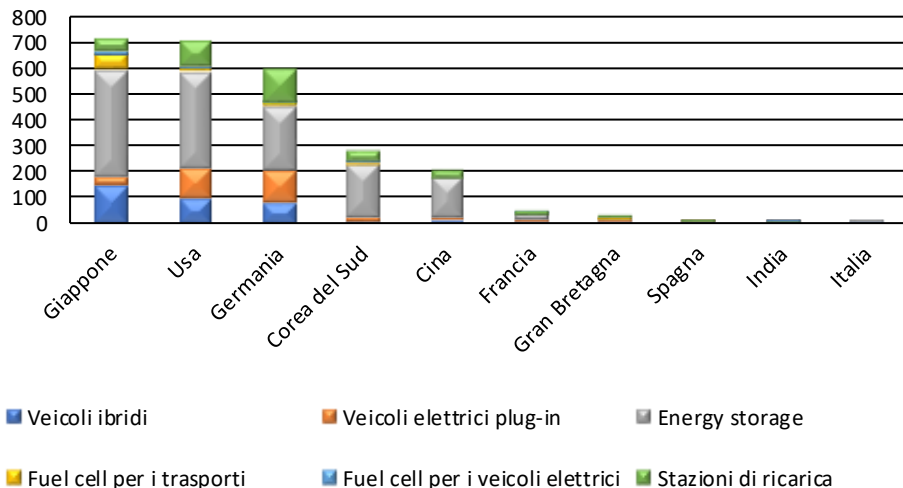


FIGURA 2.14 Distribuzione dei brevetti relativi a ciascun settore per Stato. Anno 2018

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Guardando, inoltre, alle singole tecnologie (Fig. 2.15), Giappone e Stati Uniti spiegano insieme il 19% dell’attività innovativa nell’ambito dell’accumulo. Alla Germania spetta circa il 6% e il 5% alla Corea del Sud. Quasi il 75% dei brevetti in questo ambito, tuttavia, riguarda Paesi non contemplati nell’analisi. Il Giappone risulta responsabile del 19% dell’attività innovativa relativa ai veicoli ibridi. Stati Uniti e Germania, invece, rappresentano circa il 13% e l’11%. Per quanto riguarda sia le stazioni di ricarica è la Germania a mostrare la performance principale, con il 13% dei brevetti. Seguono Usa e Giappone con il 10% e il 5%. Per i veicoli ibridi, sono sempre Giappone, Usa e Germania a distinguersi, con rispettivamente il 19%, il 13% e l’11%, mentre per i veicoli elettrici *plug-in* si segnala la Germania, con quasi il 24%, seguita in breve misura dagli Stati Uniti (22%). Nell’ambito delle *fuel cell* – sia per i trasporti che per i veicoli elettrici – il Giappone è il Paese più attivo, con rispettivamente il 31% e il 42% circa. Tra i Paesi europei considerati, è la Germania a presentare l’attività innovativa nel settore più intensa. Rappresenta, infatti, il 9% del totale. Successivamente, a grande distanza, troviamo la Francia, che risponde per lo 0,8%.

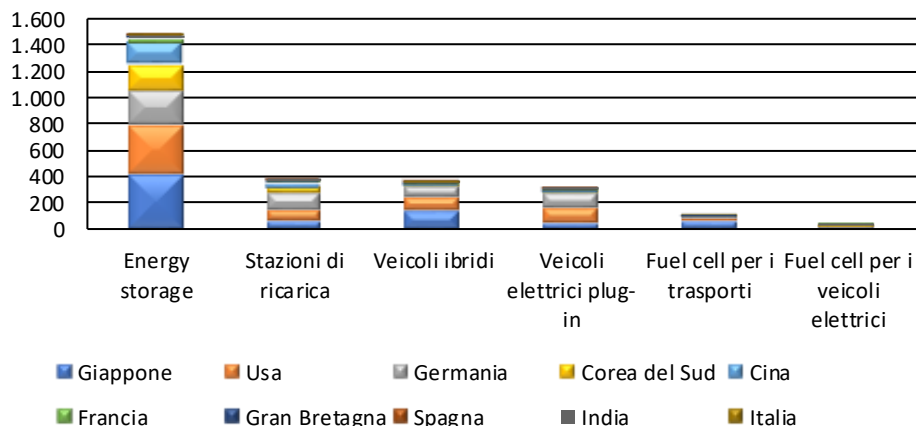


FIGURA 2.15 Distribuzione per settore dei brevetti relativi a ciascuno Stato. Anno 2018

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

Per quanto riguarda, infine, il confronto tra il 2018 e i dati provvisori del 2019 (Figura 2.16), si evidenzia come lo *storage* continui a catturare la maggior attenzione, pur riducendo la propria quota dal 63% al 51%. Aumenta il peso delle stazioni di ricarica, che guadagnano 6 punti percentuali, e dei veicoli elettrici plug-in, che più che raddoppiano la propria incidenza. Al contrario, i veicoli ibridi riducono la propria quota di 4 punti percentuali.

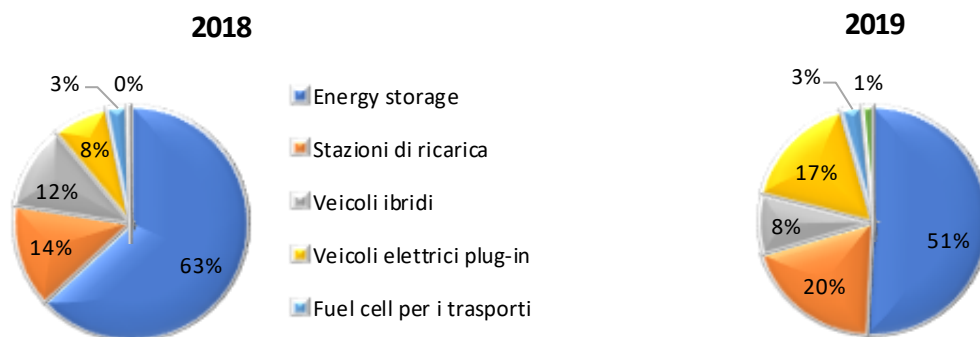


FIGURA 2.16 Brevetti per settore nel 2018 e nel 2019*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

Per quanto riguarda il peso dei singoli Stati (Fig. 2.17), si nota che gli Usa ampliano la propria quota dall'11% al 38%. Il Giappone guadagna 5 punti percentuali e la Germania 2. La Corea del Sud guadagna una posizione, passando dal 4% al 12%. Gli altri Paesi si mantengono su quote costanti e e residuali.

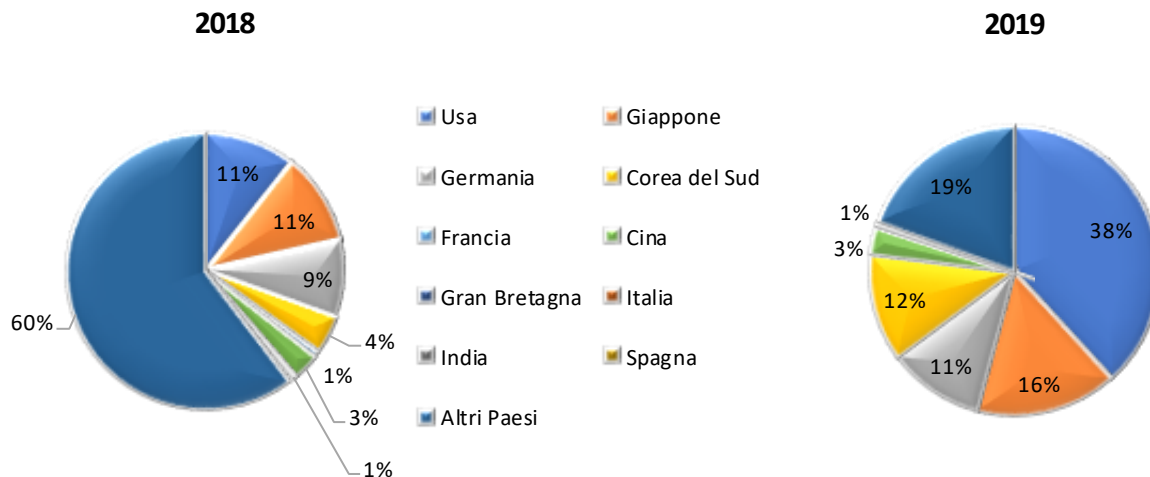


FIGURA 2.17 Brevetti afferenti alla mobilità elettrica per Stato nel 2018 e nel 2019*

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO *Dati provvisori

Comparando le cifre qui presentate con quelle elaborate nelle precedenti edizioni del Rapporto Innov-E emerge un complessivo ridimensionamento dell'attività innovativa globale nelle tecnologie qui indagate. Si segnala anche una sostanziale marginalità nel panorama globale del contributo dell'Italia, che presenta cinque brevetti sui 6.585 brevetti considerati per il 2018. Dei cinque, due riguardano i veicoli ibridi e tre l'*energy storage*. Nel primo caso, si tratta di brevetti di proprietà di un'impresa piemontese. Nel secondo caso, due brevetti sono nella disponibilità rispettivamente di un'impresa piemontese e di una lombarda. L'ultimo è stato brevettato da una persona fisica. Il nostro Paese appare inerte sul fronte innovativo nell'ambito dei veicoli elettrici *plug-in*, delle stazioni di ricarica e delle *fuel cell* sia per i trasporti sia per i veicoli elettrici.

3. IL *SECTOR COUPLING*

3.1. IL CONCETTO DI SECTOR COUPLING

Il sistema energetico immaginato dalla Piattaforma Europea per la Tecnologia e l'Innovazione (*European Technology and Innovation Platform - ETIP*) sulle Reti Intelligenti per la Transizione Energetica (*Smart Network for the Energy Transition - SNET*) è stato descritto e pubblicato nel giugno 2018, e definito come "un sistema circolare a basse emissioni di CO₂, affidabile, accessibile, efficiente in termini di costi e basato sul mercato, che fornisce tutta la società e spiana la strada a un'economia circolare completamente neutra dal punto di vista della CO₂ entro il 2050, pur mantenendo ed estendendo la leadership industriale globale nei sistemi energetici durante la transizione energetica", e può essere schematizzato come in figura 3.1.

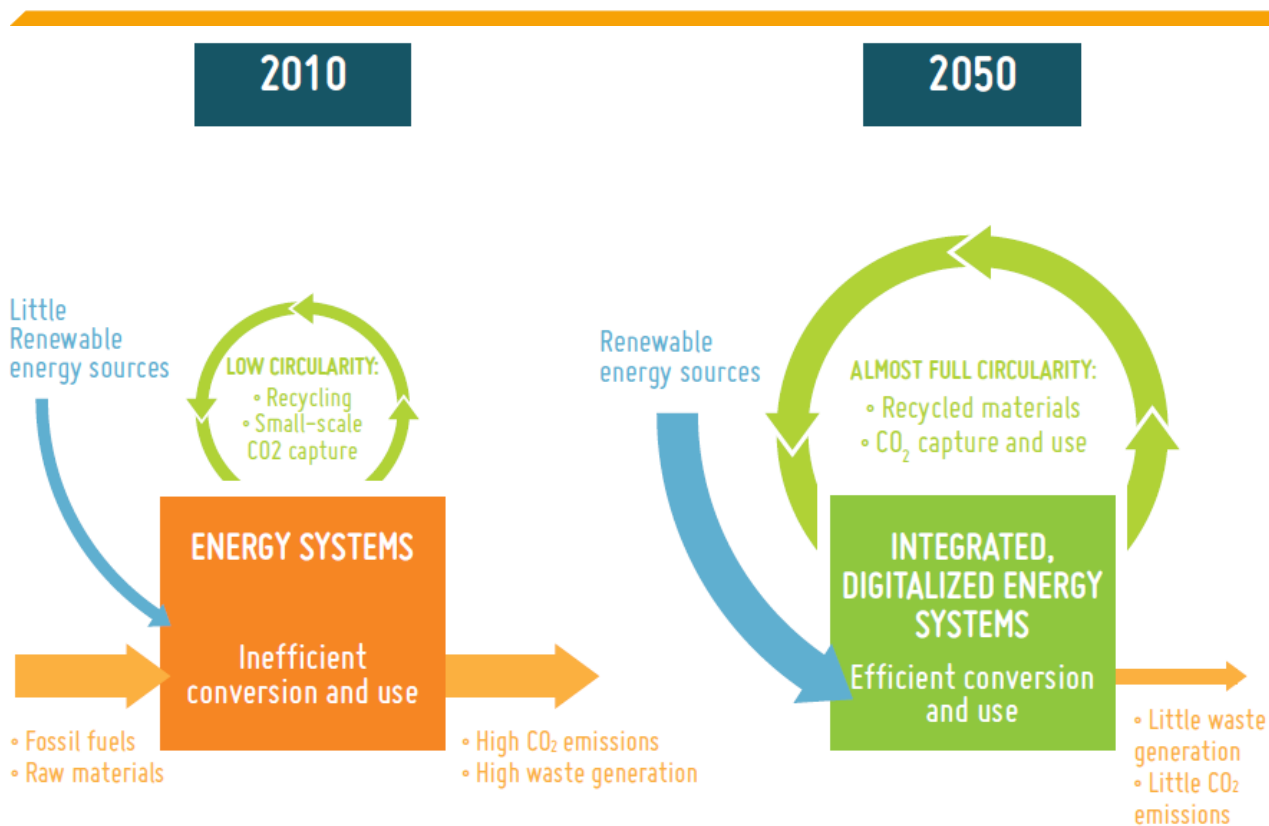


FIGURA 3.1 Concetto di Sistema Circolare al 2050

Fonte: ETIP SNET, Vision 2050

Si tratta di un programma ambizioso, promosso dall'Unione europea e supportato da importanti attori della filiera energetica, che verte sul recente concetto di *sector coupling* (letteralmente, "associazione di settori"). Il *sector coupling* consiste in un processo di riconversione dell'energia verso un settore industriale adiacente, in cui l'energia convertita (al netto delle perdite) può seguire percorsi diversi:

- essere conservata più facilmente all'esterno che all'interno del sistema elettrico, in vista di una successiva riconversione in elettricità, ossia uno spostamento nel tempo e in alcuni casi anche nello spazio;
- essere consumata in un altro settore, se più economica o più pulita di altre fonti energetiche tipiche di tale settore, in via temporanea (ottimizzazione operativa) o permanente (elettrificazione);
- essere trasportata (sotto forma di calore o gas/liquido) in quei casi in cui le prestazioni di trasporto fisico siano più efficienti rispetto a quelle per la trasmissione e la distribuzione dell'elettricità, o siano più rapide, considerando i vincoli legali o amministrativi (autorizzazioni di costruzione, permessi ambientali, accettazione del pubblico).

L'ampia gamma di combinazioni delle opzioni di cui sopra rende il *sector coupling* un problema di ottimizzazione con molte variabili, il cui obiettivo è ridurre al minimo i costi di investimento e quelli operativi e di gestione, dati gli obiettivi di decarbonizzazione, i vincoli operativi e le condizioni limite intrinseche al sistema.

Il *sector coupling* ha recentemente guadagnato attenzione, portando certamente nuova complessità nelle decisioni di investimento in infrastrutture, ma anche nuove opportunità per il funzionamento intelligente del sistema energetico. La ratio alla base del *sector coupling* è che i vantaggi di un investimento in un sistema possano diffondersi su altri settori connessi.

Ad esempio, lo stoccaggio di energia all'interno del sistema elettrico (idroelettrico, batterie, ecc.) può essere sostituito immagazzinando energia in altre forme (*storage* termico, gas di sintesi, ecc.). In questa prospettiva, il settore dell'elettricità svolgerà un importante ruolo di cerniera, influenzando la decarbonizzazione anche degli altri settori, che a loro volta forniranno ulteriori opzioni di flessibilità nell'esercizio della rete elettrica. Il *sector coupling* comporta nuove sfide nella gestione della domanda elettrica, in virtù dell'elettrificazione del riscaldamento e dei trasporti; con la necessità di rinforzi alla rete di distribuzione per far fronte, ad esempio, alla ricarica dei veicoli elettrici (*Electric Vehicles* - EV) o ai carichi delle pompe di calore.

La transizione energetica sarà facilitata integrando lo stoccaggio e la conversione dell'energia con le varie reti di trasporto che utilizzano il sistema elettrico come "spina dorsale": l'elettricità consente l'interscambio tra i vettori energetici attraverso *Power-to-Gas (PtG)*, *Power-to-Heat (PtH)* e tecnologie *Power-to-Liquid (PtL)*, sia in modo univoco che reversibile. A differenza del calore o dei gas come l'idrogeno o il metano, l'elettricità non è direttamente stoccabile e ciò comporta un'elevata complessità e sfide in termini di bilanciamento e gestione delle congestioni all'interno della rete elettrica. I sistemi energetici europei si baseranno sull'elettricità immagazzinata in quantità significative mediante conversione di PtG, PtH e PtL. Altri esempi di stoccaggio dell'energia includono sistemi di accumulo elettrico centralizzati e/o distribuiti, nonché una ampia disponibilità di batterie a bordo di veicoli elettrici (EV) in grado di fornire servizi di bilanciamento alla rete. Il passaggio a un'economia a basse emissioni di CO2 richiederà sistemi energetici completamente integrati in grado di fornire sempre energia a basse emissioni per tutti i settori (famiglie, terziario, industria, agricoltura e trasporti) dalle diverse fonti energetiche (energia idroelettrica, solare, eolica, geotermica, energia marina, biomassa, biogas, biocarburanti e nucleare), nonché l'integrazione del riscaldamento in eccesso e del raffreddamento da processi industriali e commerciali.

3.2. GLI OBIETTIVI E LA VISION 2050

Con il cosiddetto "*Green Deal*" europeo nel Dicembre 2019², l'Unione europea ha provato a darsi degli ambiziosi obiettivi dal punto di vista climatico entro il 2050. Questa iniziativa ha come fasi intermedie: la decarbonizzazione del patrimonio edilizio, dei trasporti, dell'industria e dei sistemi energetici; il coinvolgimento dei consumatori e delle comunità di cittadini nei sistemi energetici; la digitalizzazione come fattore di transizione nei mercati dell'energia; la riduzione delle emissioni dei trasporti e l'Incremento di affidabilità, adattabilità e resilienza dei sistemi energetici integrati.

Gli obiettivi al 2030 fissati in Europa (Quadro 2030 per l'Energia ed il Clima) possono essere così sintetizzati:

- Emissioni di gas serra ridotte del 40% rispetto al 1990; con le fonti rinnovabili a coprire almeno il 32% del consumo finale lordo di energia, un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica;
- Elettricità come vettore energetico dominante, con una quota nella domanda finale di 29% nel 2030; con le rinnovabili che raggiungono il 57% nella generazione lorda;

² https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it (accesso 06/07/2020).

- Incremento della flessibilità dei sistemi energetici, sia dal lato della domanda che nella generazione, compreso lo stoccaggio, in modo da fornire i servizi di necessari per il funzionamento del sistema in un contesto radicalmente differente (con più rinnovabili non programmabili e una domanda maggiormente sensibile ai segnali di prezzo);
- I clienti domestici (cittadini) come "consumatori attivi" grazie alle nuove normative e ai processi di *governance* che facilitano l'autoconsumo, la bioenergia sostenibile e l'energia dei cittadini, anche attraverso le "comunità energetiche".

ETIP SNET ha presentato il proprio piano programmatico Vision 2050 nel Giugno 2018, al fine di articolare un vasto piano di R&S a livello paneuropeo. Sulla base della Roadmap 2020-2030 (Gennaio 2020), si prevedono investimenti per 4 miliardi di euro da ripartire lungo 12 diverse aree funzionali.

L'attuazione della transizione energetica sarà basata sul mercato: gli investimenti nelle tecnologie dei sistemi energetici dovranno essere catalizzatori per l'innovazione e gli impatti su altri settori economici e tecnologici, contribuendo così alla crescita dell'economia europea. L'implementazione di Vision 2050 richiederà importanti risorse: per lo sviluppo e l'impiego su larga scala di dispositivi di conversione e stoccaggio dell'energia, per l'aggiornamento e l'estensione delle reti energetiche di trasmissione (energia elettrica e gas naturale) paneuropee e di distribuzione locale (elettricità, gas, riscaldamento e raffreddamento) nonché l'utilizzo di tecnologie digitali.

In base alla Vision, al 2050 il sistema energetico è (quasi) completamente decarbonizzato, in linea con i piani europei che mirano a ridurre le emissioni di gas a effetto serra dell'80-95% rispetto ai livelli del 1990. I sistemi energetici a basse emissioni di CO₂ sono stati facilitati dall'avvento di catene di approvvigionamento sostenibili grazie a strategie di ricerca coerenti, quadri normativi, standardizzazione semplificata e processi interoperabili. Le esigenze di energia elettrica, mobilità, riscaldamento e raffreddamento, compreso lo stoccaggio, sono soddisfatte da fonti di energia rinnovabile.

Già da prima del 2050, i mercati dell'energia forniscono segnali di prezzo coerenti per gli investimenti richiesti. Ciò garantisce quantità adeguate e capacità di pianificazione della produzione di energia rinnovabile, nonché di integrazione di diversi sistemi energetici (elettricità, gas, calore/raffreddamento e combustibili liquidi). Ciò significa che i sistemi energetici sono collegati grazie ai dispositivi di conversione e stoccaggio dell'energia, inclusi gli strumenti di monitoraggio e controllo e i sistemi software.

I cittadini sono responsabilizzati e scambiano energia a livello locale, regionale e transnazionale tramite piattaforme e contratti *peer-to-peer*, facendo leva su un'ampia scelta di servizi che veicolano prezzi energetici ottimali: i consumatori di qualsiasi dimensione possono accedere direttamente o indirettamente ai mercati energetici per vendere e/o acquistare (come *prosumers*, produttori e consumatori al contempo) servizi di energia, capacità e flessibilità per soddisfare le loro esigenze tramite servizi internet a basso costo e sicuri dal punto di vista informatico.

Nel 2050, lo stoccaggio, la conversione dell'energia e la flessibilità della domanda svolgono un ruolo chiave come prodotti e servizi nei mercati dell'energia: in particolare, la flessibilità necessaria è offerta in gran parte da utenti attivi della rete che sono generatori, consumatori (attivi) o *prosumers*, o aggregatori di domanda, il tutto combinato con uno stoccaggio programmabile, andando a impattare positivamente sui costi di bilanciamento e sui servizi ancillari. L'energia può essere immagazzinata, sia a cicli quotidiani che a cicli stagionali, sotto forma di gas (come metano e idrogeno), di liquidi (come ammoniaca) o di altri vettori di energia; oppure tramite uno stoccaggio in scala utility (come i grandi serbatoi di idroelettrico, le tecnologie CAES - *Compressed Air Energy Storage* o LAES – *Liquid Air Energy Storage*, oppure le batterie di nuova generazione), per spostare essenzialmente la produzione di energia rinnovabile altrimenti in eccesso in quei periodi in cui i consumi sono maggiori, ad esempio in molte parti d'Europa durante l'inverno.

L'integrazione delle reti di trasmissione e di trasporto di elettricità, calore, combustibili liquidi e gassosi è fondamentale. Nel 2050, i processi di pianificazione e funzionamento dei sistemi energetici garantiscono un'elevata affidabilità complessiva del sistema. In qualsiasi momento e luogo e in condizioni di contingenza, questi processi consentono un approvvigionamento energetico adeguato alle esigenze dei diversi utenti e a prezzi medi accettabili nel corso di tutto l'anno. Un approccio basato sull'integrazione delle singole parti viene applicato a tutti i sistemi energetici, con attenzione alla resilienza, al controllo efficiente e alla ridondanza ottimale, per supportare l'affidabilità operativa dei sistemi in caso di perturbazioni abituali o deviazioni dal consumo energetico pianificato e dall'approvvigionamento. Un sistema energetico resiliente è progettato e gestito per essere in grado di adattarsi automaticamente a qualsiasi singolo disturbo o contingenza multipla, e di operare in una modalità parzialmente isolata per salvaguardare i servizi energetici essenziali. Ciò vale in caso di condizioni climatiche estreme, come forti nevicate, inondazioni, siccità, incendi boschivi, tempeste ed eventi intenzionali incitati dall'uomo, come atti di terrorismo o attacchi informatici.

Nel 2050, grandi quantità di elettricità prodotta da fonti rinnovabili vengono distribuite in tutta Europa utilizzando reti HVAC, reti HVDC (comprese le reti offshore) e reti AC/DC ibride. Le

cosiddette “*supergrid*” sono una realtà, integrate con un approccio bottom-up da comunità ed isole energetiche connesse alle reti ma operanti in regime di autoconsumo per buona parte dell’anno. Il funzionamento di questo imponente sviluppo infrastrutturale è reso possibile dal principio di sussidiarietà’ applicato ai mercati dell’energia. Il monitoraggio e il controllo in tutti i settori energetici vengono effettuati in modo integrato, altamente automatizzato e affidabile, all'interno di regioni e aree di dimensione variabile, assimilabili a cellule. Il principio di sussidiarietà significa che i sistemi energetici sono gestiti in modo tale che le operazioni siano ottimizzate a livello locale (quello più immediato). Le azioni che non possono essere gestite localmente vengono demandate al livello successivo. Una “cellula” si riferisce a un elemento integrale di un sistema energetico considerabile sul piano dinamico, da una singola casa a una regione. Una *microgrid* è una tipica struttura di reti di distribuzione che soddisfa questo requisito. L'interconnessione di più di queste cellule offre vantaggi significativi, tra i quali il bilanciamento tra l'approvvigionamento energetico e la domanda tra le diverse celle, senza causare congestioni nelle reti che le collegano.

La figura 3.2 propone una basilare stilizzazione di come vengono concepiti i flussi lungo le infrastrutture energetiche al 2050. È possibile individuare quattro reti o network principali, quello elettrico, del calore, del gas e dei combustibili liquidi, tutti integrati lungo la filiera dalla produzione al consumo, e ciascuno dotato di proprie strutture e tecnologie di stoccaggio.

Si tratta di un sistema magliato ed onnicomprensivo, con alcune relazioni in essere biunivoche (e.g. *Power-to-Gas* e *Gas-to-Power*) e/o circolari tra i diversi settori, rappresentando la flessibilità del sistema, in termini sia operativi che di mercato e di conversione dell’energia.

Ai fini di questo capitolo, solo alcune delle conversioni energetiche possibili sono descritte, nella fattispecie quelle dove il medium è rappresentato dal sistema elettrico che, come precedentemente accennato, è destinato a divenire la spina dorsale dell’intero sistema.

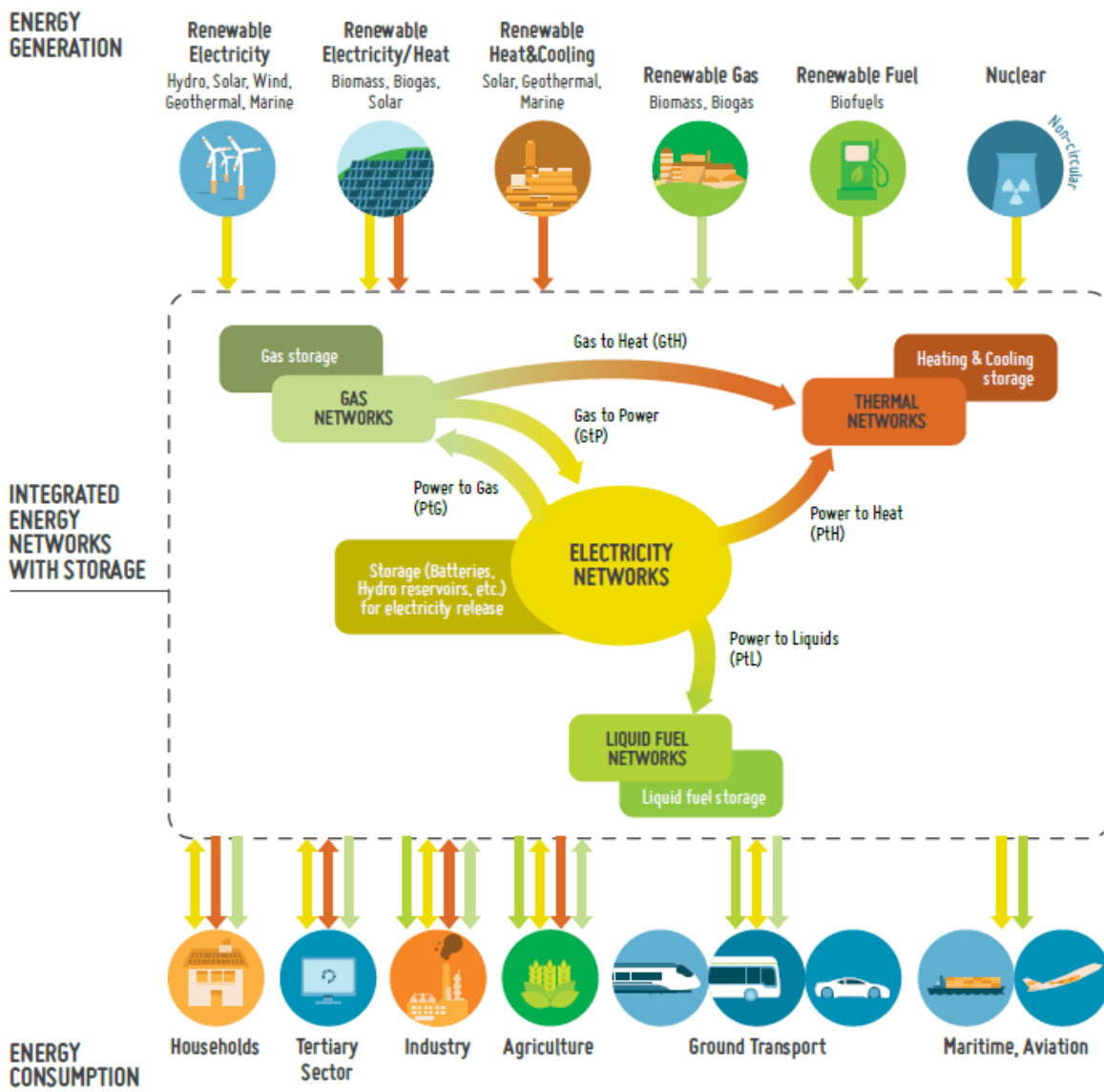


FIGURA 3.2 Sistema Integrato di Sector Coupling al 2050

Fonte: ETIP SNET, Vision 2050

Il *sector coupling* offre l'opportunità di uno scarto non solo tecnologico, ma anche di mentalità rispetto al passato: storicamente, gli ingegneri hanno gestito il sistema elettrico con la filosofia che "la generazione segue il carico". Il profilo di carico è sempre stato indicato come una variabile

indipendente, rispondendo esclusivamente alle necessità dei consumatori finali, i quali non avevano alcun segnale di prezzo che influenzasse il loro comportamento (curva di domanda inelastica). Lo stoccaggio era disponibile grazie ai bacini idroelettrici e agli impianti a pompaggio. La tabella 3.1 mostra l'evoluzione dei sistemi elettrici nel corso del tempo.

TABELLA 3.1 Evoluzione dei Sistemi Elettrici

	Profilo di Generazione	Stoccaggio	Domanda		Filosofia Operativa
Passato	Flessibile	Idroelettrico	Inelastica		Generazione segue il carico
Presente	Ampiamente Flessibile	Idroelettrico, gas, batterie	Principalmente inelastica		Parziale flessibilità
Futuro	Principalmente inflessibile (rinnovabili)		Diverse opzioni	Parzialmente Elastica	Carico (e Stoccaggio) segue la generazione

Fonte: ETIP-SNET, White Paper: Holistic Architectures for Future Power Systems

3.3. POWER-TO-HEAT (PtH)

Attualmente, la maggior parte dei paesi dell'UE dipende dal gas naturale e dai combustibili fossili o dalla produzione nucleare o dalla combustione diretta di petrolio o gas (naturale) per soddisfare la domanda di calore. Tuttavia, un requisito essenziale della decarbonizzazione richiede l'introduzione di tecnologie alternative di riscaldamento a basse emissioni di CO₂ per la transizione verso un sistema energetico ecologico e sostenibile. In futuro, la conversione *Power-to-Gas* (PtG) e *Power-to-Heat* (PtH) consentirà il *sector coupling* efficiente delle reti elettriche, gas e termiche, insieme ai più maturi processi *Gas-to-Power-and-Heat* (GtP&H) e *Gas-to-Heat* (GtH). La maggior parte di queste tecnologie richieste sono già disponibili oggi: alcune di esse (elettrolizzatore, metanazione, celle a combustibile, turbine e motori a combustione interna che operano con combustibili diversi) sono state sottoposte a ulteriori sviluppi per raggiungere la necessaria maturità (*Technology Readiness Level* – TRL), efficienza e redditività. Nel 2050, il *sector coupling* della produzione di calore ed elettricità permette lo stoccaggio dell'elettricità in modi diversi (energia termica, chimica o elettrica) e nel lungo termine (stoccaggio stagionale) oltre che maggiori opzioni di flessibilità per le reti elettriche.

I processi PtH possono essere generalmente divisi in due sottogruppi, con applicazioni e tecnologie anche molto differenti:

- PtH residenziale, in particolare nella dimensione del teleriscaldamento, soluzione che si sta diffondendo in contesti diversi. Le pompe di calore e lo stoccaggio dell'energia termica, tipicamente impiegati nelle reti di teleriscaldamento residenziale, possono fornire servizi ancillari per il sistema elettrico, senza compromettere il comfort, dovuto all'inerzia termica degli edifici. Altri sistemi considerati sono i mini impianti a cogenerazione e i generatori a celle combustibili ad idrogeno;
- PtH industriale. Alcuni processi ad alta intensità di elettricità sono già oggi utilizzati per la gestione dei carichi elettrici, come l'elettrolisi dell'alluminio, alcune fasi della produzione di cemento e i forni elettrici ad arco nella filiera dell'acciaio. La possibilità di modulare dei carichi importanti può essere aumentata ed estesa con nuovi processi utilizzando il PtH. La maggior parte delle tecnologie PtH ha il potenziale tecnico per fornire flessibilità al sistema direttamente attraverso, ad esempio cambiamenti nel tasso di produzione, o indirettamente attraverso lo stoccaggio di energia termica, si pensi alle caldaie o ai forni a induzione. La relativa fattibilità dipende dal settore industriale e dal processo considerato.

Un ambito affine, in questa sede solo menzionato, è quello del *Power-to-Cooling* (PtC), il raffrescamento di edifici residenziali e commerciali, e il raffreddamento in alcuni processi industriali.

La domanda di raffrescamento e raffreddamento è destinata probabilmente ad aumentare a causa del cambiamento climatico e della maggiore richiesta di comfort e aria condizionata, ma anche dell'espansione del raffreddamento distrettuale e delle richieste industriali, ad esempio, per i server nei data center e nei processi di liquefazione del gas naturale.

La refrigerazione industriale può richiedere temperature inferiori all'esterno, ma, nei periodi più freddi, il raffreddamento può essere fornito utilizzando aria o acqua a temperatura ambiente, ad esempio da mari, laghi, fiumi o terreni. Il raffreddamento libero e il controllo ottimale dei sistemi di refrigerazione possono ridurre significativamente la domanda di energia nei periodi più freddi, con evidenti ripercussioni sul settore elettrico.

3.4. POWER-TO-MOBILITY (PtM)

La mobilità elettrica può essere suddivisa in diverse classi. Anzitutto, vi sono i veicoli elettrici ibridi (*Hybrid Electric Vehicles* - HEV), che sono mossi da almeno un motore elettrico e un convertitore di energia aggiuntivo, di solito un motore a combustione interna convenzionale a benzina o, più

raramente, gasolio. L'efficienza del suo motore a combustione è maggiore in alcune condizioni operative specifiche legate alla velocità e al carico (come nelle tratte urbane) e le emissioni sono generalmente a livelli più bassi dei motori esclusivamente termici.

Un'altra categoria è costituita dalle *Plug-in ibride (Plug-in Hybrid Electric Vehicles - PHEV)*, che hanno una trasmissione elettrica, si possono collegare a una presa di corrente, ma sono anche dotate di un motore a combustione in grado di ricaricare le batterie. Infine, ci sono i veicoli esclusivamente a batteria (*Battery Electric Vehicles – BEV*, o anche semplicemente EV).

Una serie di scenari proposti dalle associazioni ENTSO per elettricità e gas naturale³ include gli EV come parametro modellizzato, e suggerisce un rapido aumento della domanda elettrica associata alla mobilità. Più specificamente, nel contesto di uno scenario di sviluppo moderato, in cui la penetrazione dei veicoli elettrici avviene insieme all'espansione del parco di generazione termica, sono attesi oltre 20 milioni di veicoli elettrici entro il 2030, con ulteriori 50 milioni di unità entro il 2050 in Europa.

I veicoli elettrici generalmente vengono messi in carica in località residenziali/commerciali, pertanto le reti di distribuzione a bassa tensione saranno le più impattate da una crescita significativa nel parco veicoli. Oggi, il collegamento alle reti a bassa tensione a 3 fasi consente livelli di ricarica fino a 22 kW di potenza. Le stazioni di ricarica rapida, collegate direttamente a media tensione o a reti a bassa tensione provviste di accumulo, dovrebbero raggiungere capacità di ricarica fino a 350 kW. Lunghi tempi di parcheggio (e.g. > 4h) o di inutilizzo dei veicoli rendono le modalità di ricarica lenta una soluzione pratica per i collegamenti alla rete a bassa tensione in contesti residenziali e commerciali.

L'integrazione dei veicoli elettrici nel sistema elettrico pone sfide dal punto di vista della generazione e trasmissione dell'energia a causa dei carichi non pianificati, dal momento che la ricarica inizia immediatamente dopo aver collegato i veicoli elettrici alla rete elettrica, alla potenza del caricabatterie nominale. Con ulteriori picchi di domanda di EV e alta variabilità di rinnovabili non programmabili nel parco elettrico, la generazione disponibile potrebbe non essere sufficiente in determinate ore. Le importazioni di energia elettrica dai paesi interconnessi potrebbero compensare tale inadeguatezza, ma nel lungo periodo, in vista di una massiccia diffusione di EV, potrebbero esserci delle criticità. A livello di distribuzione, i potenziali problemi includono il sovraccarico di apparecchiature (trasformatori, alimentatori) e condizioni di sotto-tensione.

³ ENTSO-E, & ENTSO-G. (2018). Scenario Report. Brussels: ENTSO-E; ENTSO-G.

Lo stoccaggio di energia è una soluzione interessante per i problemi legati sia alla rete di distribuzione che all'adeguatezza del parco generazione. A livello di distribuzione, le batterie possono essere utilizzate per livellare i picchi dovuti ai carichi dei veicoli elettrici.

Di rilievo anche le potenzialità degli EV come vettore per lo stoccaggio elettrico distribuito e la loro potenziale partecipazione al mercato dei servizi ancillari. In Italia, un recente documento di consultazione emesso dall'ARERA⁴ definisce il *“vehicle to grid”* come *“la tecnologia che consente l'interazione tra veicoli elettrici e sistema elettrico affinché i predetti veicoli possano erogare, attraverso le infrastrutture di ricarica: a. i servizi di riserva terziaria e di bilanciamento, articolati nelle modalità “a salire” ed “a scendere”, nonché di risoluzione delle congestioni; b. ulteriori servizi tra i quali la regolazione primaria e secondaria di frequenza e la regolazione di tensione, ove tecnicamente fattibile”*.

3.5. POWER-TO-X (PtX)

Le tecnologie *Power-to-Gas* (PtG) e *Power-to-Liquid* (PtL), rientranti nella più ampia categoria *Power-to-X* (PtX), sono state proposte come soluzione per trasformare l'elettricità in vettori di energia gassosa o liquida. In tal modo, queste tecnologie possono facilitare l'integrazione su larga scala dell'elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili, permettendo un più efficace *sector coupling* lungo le reti dell'elettricità, del calore e del gas. Inoltre, possono fornire flessibilità al sistema elettrico, ad esempio attraverso la modulazione della domanda (*“demand-side management”*) o la possibilità di stoccare energia a lungo termine in forma liquida o gassosa. Infine, queste tecnologie possono anche integrare altri processi volti alla produzione di vettori di energia, con le medesime caratteristiche di cui sopra, da fonti a impatto ambientale minore come le biomasse.

Di particolare attualità, nella famiglia di tecnologie PtG, è il *Power-to-Hydrogen*, cui viene dedicato un paragrafo a parte (v. anche Cap. 6, par. 6.10 *“E-FUEL: SCENARIE APPROCCI”*)

⁴ *“Orientamenti relativi alla Partecipazione dei Veicoli Elettrici al Mercato per il Servizio di Dispacciamento, per il tramite delle Infrastrutture di Ricarica dotate di Tecnologia Vehicle to Grid”* (2020) <https://www.arera.it/allegati/docs/20/201-20.pdf> (accesso 07/07/2020).

La figura 3.3 mostra lo schema dei flussi concettuali per il PtX.

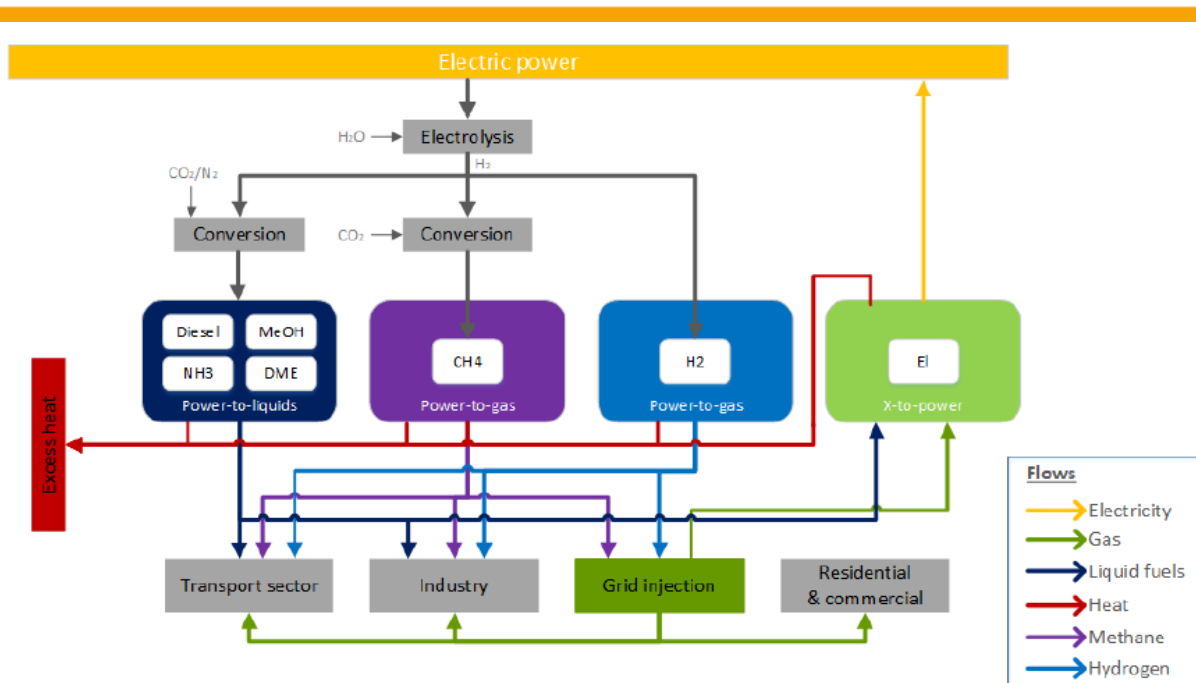


FIGURA 3.3 Schema di *Power-to-X*

Fonte: ETIP-SNET, White Paper: Holistic Architectures for Future Power Systems

3.5.1. *Power-to-Gas / Liquid (PtG e PtL)*

Il gas naturale è un vettore chiave negli attuali sistemi energetici, utilizzato nella filiera del calore, della produzione di energia elettrica e, in misura minore, nei trasporti. Allo stesso modo, i prodotti petroliferi e tutti i vettori derivati in forma liquida svolgono un ruolo cruciale nei sistemi energetici, rappresentando circa un terzo della domanda mondiale di energia primaria nel 2018.

Nel processo di metanazione, il gas metano viene sintetizzato attraverso l'idrogenazione dell'anidride carbonica. In altre parole, CH₄ e H₂O sono ottenuti da H₂ e CO₂. Ci sono due diverse tecniche attualmente in uso per questo processo, cioè la metanazione catalitica (o chimica) e la metanazione biologica. La prima è la tecnologia più matura e si riferisce ad un processo termochimico ed esotermico operato ad alte temperature (da 200°C a 700°C) e pressioni (da 1 a 100 bar), mentre la seconda è un'alternativa emergente alla prima opzione e si basa su microrganismi che agiscono come catalizzatori in condizioni anaerobiche e acquose, a temperature

moderate (inferiori a 100°C) e a basse pressioni (sotto 10). La metanazione chimica è già stata realizzata nella scala di installazione dei MW (TRL 8), con una efficienza di conversione da elettricità a metano del 54%. Sulla metanazione biologica sono attualmente in corso ricerche e progetti pilota per sviluppare la scalabilità di questa tecnologia emergente (TRL 6), attualmente impiegata solo nella scala dei kW.

In un recente contributo, Roach e Meeus (2020) hanno modellizzato economicamente l'introduzione del PtG in un contesto di *sector coupling* con la generazione termoelettrica e rinnovabile. In alcune condizioni di mercato il PtG diventa redditizio e migliora significativamente il benessere dei consumatori del sistema elettrico e del gas, includendo anche l'apporto delle rinnovabili, i cui eccessi di produzione, o "*spillover*", vengono assorbiti dalla filiera del gas.

Nell'ambito *Power-to-Liquid*, diversi combustibili liquidi possono essere prodotti utilizzando varie tecnologie e processi di conversione. In particolare, le tecnologie PtL trasformano l'idrogeno prodotto dall'elettrolisi in combustibili liquidi come gasolio, metanolo, etere dimetilico, ammoniaca o etanolo, che hanno densità di energia relativamente elevate e possono essere facilmente stoccati. Queste tecnologie di produzione non sono ancora competitive in termini di costi. Una conversione da sottolineare è la produzione di ammoniaca (NH₃), che potrebbe essere efficacemente prodotta partendo dal surplus di elettricità da fonti rinnovabili, stoccata e successivamente utilizzata come carburante nei trasporti o nella generazione elettrica, grazie a tecnologie in fase di sviluppo come celle a combustibile o tecniche di catalizzazione (Codegoni, 2019).

3.5.2. Power-to-Hydrogen (PtH)

La conversione *Power-to-Hydrogen* (PtH) è probabilmente tra le più promettenti tra quelle che afferiscono al *sector coupling*, e tra quelle maggiormente in via di sperimentazione. L'idrogeno presenta eccezionali caratteristiche di versatilità, potenziale di stoccaggio e densità energetica che lo rendono un combustibile idoneo all'integrazione tra le diverse filiere.

Per convenzione, l'idrogeno prodotto artificialmente viene suddiviso in tre classi⁵:

- Idrogeno Grigio (Grey Hydrogen), attualmente prodotto a partire dal gas naturale o dal carbone (*Steam Methane Reforming*);

⁵ Noe Van Hulst "The clean hydrogen future has already begun" IEA (2019) <https://www.iea.org/commentaries/the-clean-hydrogen-future-has-already-begun> (accesso 07/07/2020).








- Idrogeno Blu (*Blue Hydrogen*), in cui si provvede a catturare e stoccare e/o riutilizzare la CO₂ generata nel processo;
- Idrogeno Verde (*Green Hydrogen*), a zero emissioni, prodotto a partire da fonti rinnovabili.

Vi sono tre principali tecnologie PtH per la produzione di idrogeno: elettrolizzatori alcalini (AEL), elettrolizzatori PEM (*Proton Exchange Membrane*) ed elettrolizzatori SOEC (*Solid Oxide Electrolysis Cell*). Gli elettrolizzatori alcalini sono disponibili in commercio (TRL 9, scala in MW) ma sono i meno flessibili. L'elettrolisi PEM (TRL 8, scala in MW) è la tecnologia spesso promossa in un contesto di crescenti quote di energia rinnovabile, a causa di caratteristiche interessanti quali la purezza del gas prodotto, la possibilità di progettare sistemi compatti e il funzionamento dinamico. Gli elettrolizzatori SOEC (TRL 6, scala in kW) sono in una fase di sviluppo anteriore, ma potranno diventare una tecnologia chiave nel sistema energetico a venire, grazie a caratteristiche specifiche come la possibilità' di operare in modalità reversibile o di co-elettrolizzare l'acqua e l'anidride carbonica per produrre gas di sintesi. Poiché si prevede che i sistemi di elettrolisi siano integrati con quote elevate di fonti rinnovabili non programmabili (idrogeno verde), la loro flessibilità deve essere considerata quando se ne valuta l'introduzione. A questo proposito, fattori come il carico, le capacità di funzionamento dinamico, i tempi di avviamento a freddo e a caldo, nonché le perdite, costituiscono aspetti essenziali.

Le tecnologie PtH possono essere utilizzate sulla rete elettrica o in soluzioni *off-grid*, e possono servire a evitare le interruzioni da eccesso di elettricità o a fornire bilanciamento e servizi ancillari alla rete, dato che gli elettrolizzatori possono raggiungere il pieno funzionamento di carico in pochi minuti, anche pochi secondi.

Chehade e altri (2019) hanno proposto una mappatura onnicomprensiva dei principali progetti incentrati sull'uso dell'idrogeno, identificando 7 categorie e 10 sottocategorie. In questo contesto, per un totale di 192 progetti dimostrativi in 32 diversi Paesi, a partire dal 1985. La tabella 3.2 riporta le categorie individuate dai ricercatori.

TABELLA 3.2 Classificazione dei Progetti Dimostrativi su Idrogeno

Category		Acronym	Definition
Power-to-Hydrogen		PtH	Hydrogen production (and storage when requested) from low-carbon electricity either from the grid or off-grid.
Hydrogen-to-Power		HtP	Supply of electricity to the grid from hydrogen with a fuel cell or a gas turbine
Hydrogen-to-Gas		HtG-H2	Hydrogen injection in natural gas grid
		HtG-M	synthetic methane injection in natural gas grid, synthetic methane is obtained from Hydrogen from PtH through methanation processes
Hydrogen-to-Fuel		HtF-H2	Hydrogen in a vehicle to be injected in a fuel cell
		HtF-S	Hydrogen for liquid synfuel applications: liquid biofuels, synthetic liquid fuels, methanol
		HtF-G	Hydrogen for mobility through gas fuels (Hythane®, biogas, synthetic methane)
Hydrogen-to-Industry		HtI	Hydrogen from PtH and for industrial applications (e.g. Refinery)
Hydrogen-to-Heat		HtQ	Hydrogen-to-heat via H2-fired boilers; Hydrogen-to-heat and power via CHPs (fuel cells, turbine etc.)
Hydrogen-to-Chemicals		HtCh	Other pathways to industrial chemical intermediates from hydrogen which we may want to include explicitly: <ol style="list-style-type: none"> 1. H2 to methanol to C2, C3 olefins 2. H2 to syngas to C2, C3 olefins 3. Methanol/syngas to >C1 hydrocarbons and >C1 alcohols 4. H2 to ammonia and formic acid (which could also be used as alternative renewable energy storage)

Fonte: Review and analysis of demonstration projects on power-to-X pathways in the world (2019)

3.6. CONSIDERAZIONI FINALI

Il *sector coupling*, inteso come integrazione razionale delle diverse reti, rappresenta la naturale evoluzione del settore energetico nel prossimo futuro, dati i sempre più stringenti obiettivi di decarbonizzazione ed efficientamento energetico, nonché uno dei principali fattori trainanti gli investimenti in R&S e in infrastrutture dell'energia al 2050. Nel futuro che l'Unione europea immagina, la partecipazione ai mercati sarà attiva, con maggiori possibilità di scelta, comunicazione e incorporazione dei segnali di prezzo, con ventagli di opzioni di cui potranno beneficiare anche i singoli piccoli consumatori.

L'approccio seguito nel progettare le reti del futuro sarà quello olistico, in cui la somma delle singole parti genera efficienze e vantaggi, direttamente riscontrabili in termini di benefici per i consumatori e gli utenti finali. La conversione circolare dell'energia attraverso le differenti filiere dell'elettricità, del gas, del calore e dei combustibili liquidi, sarà appaiata da diverse possibilità di stoccaggio, al fine di intercettare e conservare soprattutto il massiccio apporto della generazione elettrica da fonti rinnovabili non programmabili. Il sistema così congeniato sarà più razionale, operativamente flessibile e sicuro.

Un simile ambizioso progetto, data la disponibilità di fondi importanti ma comunque limitati, è destinato a confrontarsi con la necessaria selezione di priorità' e tecnologie preferenziali: il programma ETIP SNET ha già individuato 12 aree funzionali, ma saranno i progetti pilota, gli esiti delle "regulatory sandbox" e lo status delle tecnologie (*Technology Readiness Level*) nel prossimo futuro a stabilire come si orienteranno le future autostrade europee dell'energia.

4. LE SFIDE DELL'ENERGY STORAGE

4.1. LE POTENZIALITÀ DELL'ACCUMULO DI ENERGIA

La direttiva UE 2019/944 relativa alle norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica definisce lo stoccaggio dell'energia come *“il differimento dell'utilizzo finale dell'energia elettrica a un momento successivo alla sua generazione, o la conversione di energia elettrica in una forma di energia che può essere stoccata, lo stoccaggio di tale energia e la sua successiva riconversione in energia elettrica o l'uso sotto forma di un altro vettore energetico”*.

L'accumulo di energia contribuisce da decenni al funzionamento del sistema elettrico, immagazzinando l'energia durante le fasi di bassa domanda di elettricità e rilasciandola quando la richiesta è elevata, principalmente nell'arco del ciclo giornaliero. La crescente penetrazione delle fonti rinnovabili variabili nei sistemi energetici, tuttavia, ha messo in luce l'importanza cruciale che le tecnologie di stoccaggio potrebbero rivestire a supporto della transizione globale dei modelli energetici verso una completa decarbonizzazione. Se in passato il mix energetico si basava quasi in via esclusiva sui combustibili fossili, l'energia nucleare e quella idroelettrica, oggi stanno assumendo crescente centralità le fonti rinnovabili, anche in conseguenza della significativa riduzione dei loro costi (Fig. 4.1). Come riporta l'Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA), dal 2010 ad oggi i costi di produzione dell'energia solare ed eolica hanno registrato un trend in continua discesa. Le riduzioni più significative riguardano il fotovoltaico (-82%), il solare a concentrazione (-47%) e l'eolico sia a terra (-40%) che in mare, dove si arriva a -29% (IRENA, 2020). Parallelamente, è cresciuta la quota di energia da fonti rinnovabili sul totale di energia consumata nella UE: nel 2018, tale quota ha raggiunto il 18%, in rotta verso l'obiettivo del 20% per il 2020 (Eurostat, 2020). Con l'approvazione del *“Clean Energy for all Europeans Package”* (CEP) del 2019, inoltre, l'Europa ha rinnovato il suo impegno per il clima, stabilendo per il 2030 l'obiettivo di incrementare al 32% la quota di rinnovabile sui consumi finali lordi di energia. Con il passare del tempo, dunque, si farà sempre più impellente la necessità di contrastare le intermittenze a cui sono soggette le fonti rinnovabili eolica e solare con adeguati sistemi di immagazzinamento, garantendo flessibilità ed equilibrio nella fornitura di energia. L'*energy storage* potrebbe altresì migliorare la gestione delle reti di distribuzione attraverso un incremento dell'efficienza e una riduzione dei costi, incentivando anche il *demand response*. Una maggiore capacità di immagazzinamento offrirebbe un contributo essenziale non solo alla stabilizzazione della rete elettrica, ma anche alla decarbonizzazione del sistema energetico e di altri settori economici quali i trasporti, l'edilizia e l'industria.

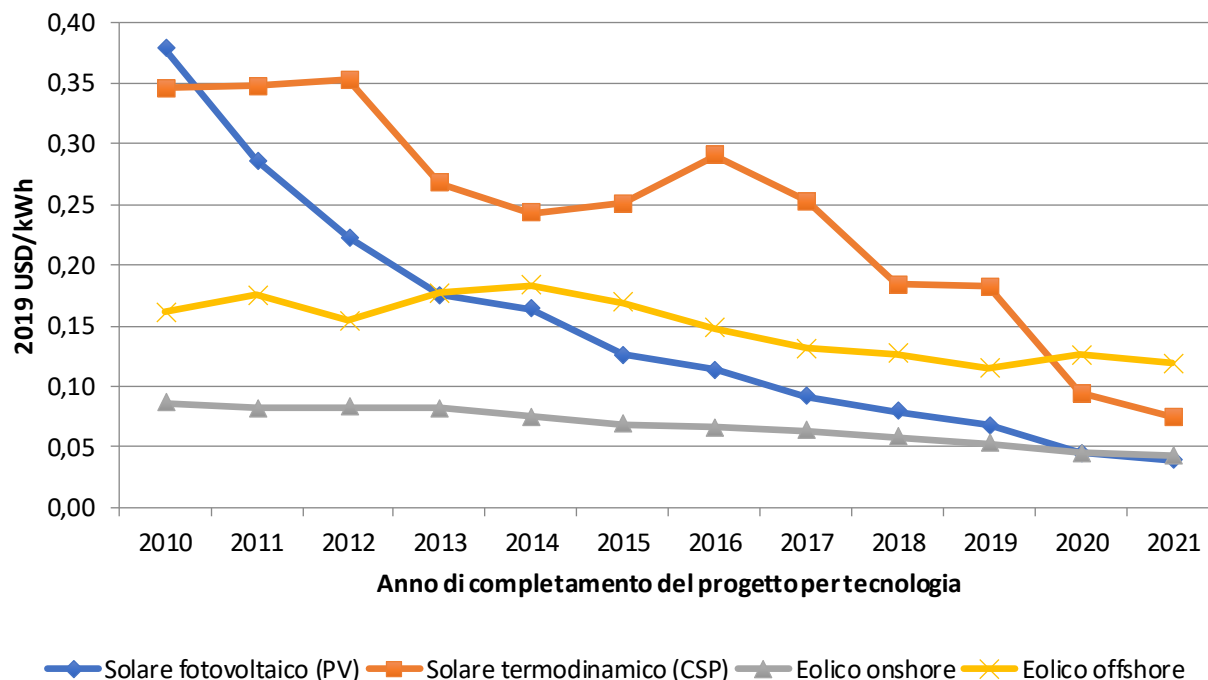


FIGURA 4.1 Costi di generazione (2019)

Fonte: International Renewable Energy Agency, *Renewable Power Generation Costs in 2019, 2020*

4.2. LE TECNOLOGIE DI STOCCAGGIO

L'accumulo di energia non è reso possibile soltanto da una singola tecnologia. Nel paragrafo 4.2.1 proponiamo una breve rassegna dei dispositivi di *storage* maggiormente sviluppati, mentre nel paragrafo 4.2.2 sono sintetizzate le tendenze di mercato più recenti.

4.2.1. Classificazione dei dispositivi di accumulo di energia

Secondo la classificazione proposta dal World Energy Council⁶, i dispositivi di stoccaggio possono essere di tipo meccanico, termico, chimico, elettrico ed elettrochimico (Fig. 4.2). Queste diverse tecnologie differiscono per potenza, capacità, velocità di reazione, costo ed efficienza, e hanno di conseguenza diverse potenzialità di utilizzo nonché di introduzione nel mercato.

⁶ World Energy Council, *E-storage: Shifting from cost to value, wind and solar applications*, 2016.

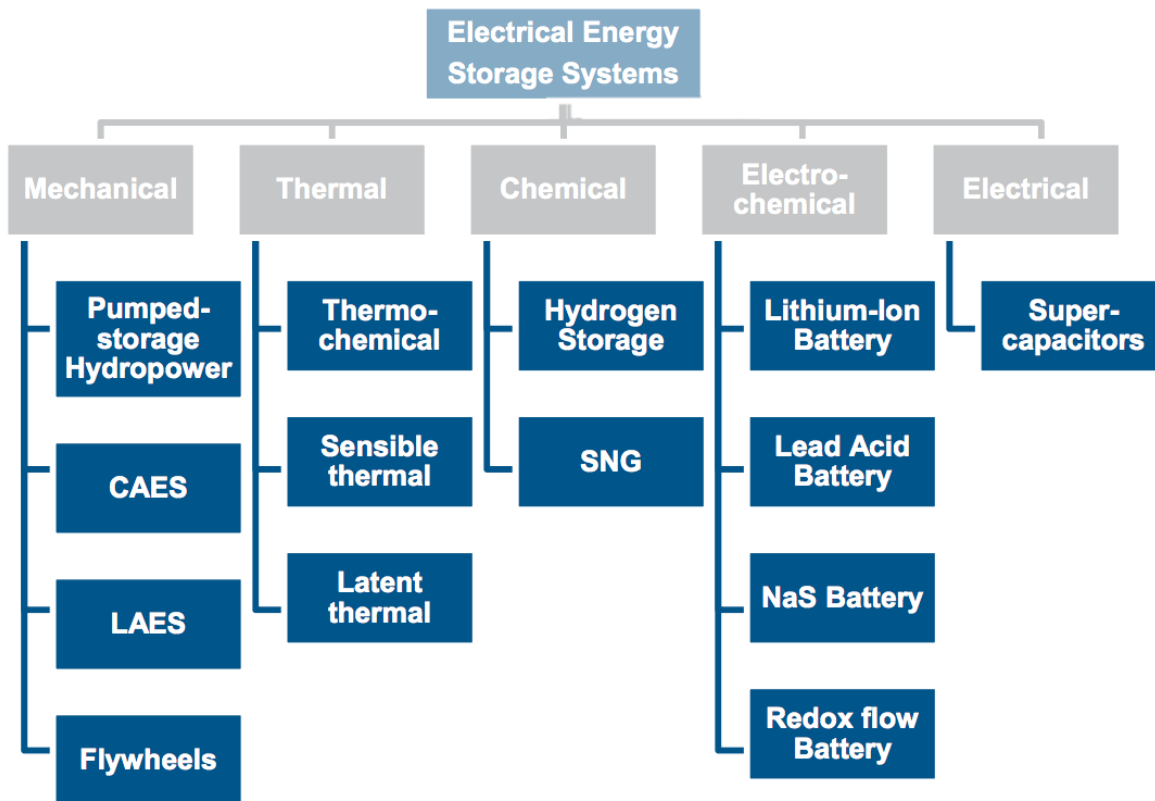


FIGURA 4.2 Classificazione delle tecnologie di storage

Fonte: World Energy Council, *E-storage: Shifting from cost to value, wind and solar applications*, 2016

Analizziamo ora ciascuna delle cinque categorie di dispositivi di stoccaggio più nel dettaglio.

1. Tecnologie meccaniche di accumulo, tra cui rilevano in particolare:
 - a. *Pumped Hydro Storage* (PHS), basato sul pompaggio di acqua tra due bacini posti a quote differenti in prossimità di una centrale termoelettrica. Quando l'energia prodotta è maggiore della richiesta, l'acqua viene pompata dal serbatoio inferiore a quello superiore, mentre nelle ore di picco di domanda l'acqua accumulata a monte viene utilizzata per produrre energia elettrica. Ad oggi, tale tecnologia di stoccaggio risulta la più matura e diffusa nel mondo (costituisce più del 95% dell'accumulo globale di energia), e nei dispositivi più avanzati mostra una capacità di risposta nell'arco di qualche secondo. La realizzazione di bacini idroelettrici di accumulo,

- tuttavia, risulta limitata dalla disponibilità di aree geografiche adeguate con sufficiente disponibilità di acqua;
- b. Stoccaggio ad aria compressa (CAES), tecnologia fondata sull'accumulo di energia in forma di aria pressurizzata. L'energia elettrica in eccesso è usata per comprimere l'aria e immagazzinarla in cavità sotterranee ermetiche. Nei momenti di picco di domanda, l'aria compressa viene poi liberata e passata in turbine per generare nuova elettricità. Una variante di questa tecnologia sono i sistemi *Liquid Air Energy Storage* (LAES), che prevedono l'immagazzinamento dell'aria in forma liquida e la sua successiva vaporizzazione e passaggio nelle turbine;
 - c. Volani, usati per accumulare energia elettrica in energia cinetica aumentando la velocità di rotazione del rotore del disco. Si tratta di una tecnologia particolarmente adatta al controllo di frequenza, poiché i volani presentano una capacità di risposta molto ridotta (dai millisecondi ai secondi).
2. Tecnologie termiche di accumulo: consentono lo stoccaggio dell'energia termica mediante il riscaldamento o il raffreddamento di dispositivi di accumulo quali serbatoi a sali fusi, acqua o materiali a cambiamento di fase (*Phase Change Materials*, PCMs). Rientrano tra queste tecnologie:
- a. lo stoccaggio termochimico che avviene attraverso reazioni chimiche che assorbono e rilasciano calore durante i cicli di carico e scarico;
 - b. lo stoccaggio termico sensibile, che si basa sul cambiamento di temperatura del mezzo di stoccaggio, sia esso acqua, roccia, o qualsiasi altra sostanza che possa essere scaldata e che restituisca gran parte dell'energia iniziale quando viene raffreddata;
 - c. lo stoccaggio termico latente, che si basa sulla fusione o cristallizzazione di un materiale per immagazzinare il calore.
3. Tecnologie chimiche di accumulo: si riferiscono all'impiego dell'elettricità per produrre una sostanza chimica (idrogeno o gas naturale sintetico) che può successivamente essere utilizzata per l'integrazione delle infrastrutture di gas, calore ed elettricità, oppure come combustibile per i trasporti.
4. Tecnologie elettrochimiche di accumulo: si tratta delle tante diverse tipologie di batterie, particolarmente adatte allo stoccaggio di breve durata sulle reti di media/bassa tensione e caratterizzate da tempi di reazione molto brevi. Tra di esse, rilevano in particolare:

- a. Batterie agli ioni di litio, a oggi una delle migliori tecnologie per le applicazioni di rete e per il settore dei trasporti grazie agli ingenti investimenti effettuati in ricerca e sviluppo. Possono essere utilizzate sia nei sistemi di distribuzione (da 1 a 10 kW) sia nei sistemi di più grandi dimensioni per fornire il servizio di regolazione di frequenza e lo spostamento nel tempo dell'energia (da 1 a 50 MW). Si stima che, dopo 20 anni di utilizzo, una batteria di tale tipo conservi ancora l'80% della capacità originale. Quando le prestazioni delle batterie utilizzate nei veicoli elettrici non sono più adeguate, esse possono essere riutilizzate come batterie stazionarie;
 - b. Batterie al piombo acido, una delle tecnologie più economiche ma anche più datate, usata per le batterie di avviamento delle automobili. I suoi limiti principali sono dati dalla breve vita utile e dalla densità;
 - c. Batterie allo zolfo di sodio, una soluzione già commerciabile caratterizzata da diverse applicazioni di rete, tempi di reazioni brevi, lunghi tempi di rilascio e lunga vita utile;
 - d. *Flow battery*: la batteria di flusso è ricaricabile grazie a due componenti chimici dissolti in liquidi contenuti nel sistema e separati da una membrana. Sono state sviluppate diverse classi di cellule di flusso, tra cui redox, ibrido e membrana. Questo tipo di batteria ha caratteristiche analoghe rispetto all'immagazzinamento chimico.
5. Tecnologie elettriche di accumulo, che consentono lo stoccaggio di energia in forma di campo elettrico o campo magnetico. Citiamo in particolare i supercondensatori (*supercapacitor*), caratterizzati da una capacità di accumulo molto superiore rispetto ai condensatori convenzionali e in grado di rilasciare energia per lunghi periodi di tempo e con tempi di reazioni molto brevi.

La Figura 4.3 illustra alcune applicazioni delle tecnologie appena elencate.



FIGURA 4.3 Panoramica delle principali tecnologie in materia di stoccaggio dell'energia e dei loro utilizzi

Fonte: Corte dei conti europea, *Il sostegno dell'UE per lo stoccaggio di energia*, 2019

4.2.2. Il contesto globale attuale

Negli ultimi anni la capacità di stoccaggio è cresciuta globalmente a un ritmo esponenziale. Nel 2019, tuttavia, si è registrata per la prima volta in quasi un decennio una flessione nelle installazioni annuali delle tecnologie di accumulo⁷: la capacità di stoccaggio dei sistemi elettrici è aumentata globalmente di 2,9 GW, quasi il 30% in meno rispetto all'anno precedente.

L'installazione di sistemi di accumulo per la rete (*grid-scale*) ha subito una riduzione del 20%, mentre la crescita dello stoccaggio domestico (*behind-the-meter*) è rimasta piatta malgrado la diffusione delle batterie residenziali sia quasi raddoppiata (Fig. 4.4).

⁷ Agenzia Internazionale dell'Energia, *Energy storage - Tracking report*, 2020.

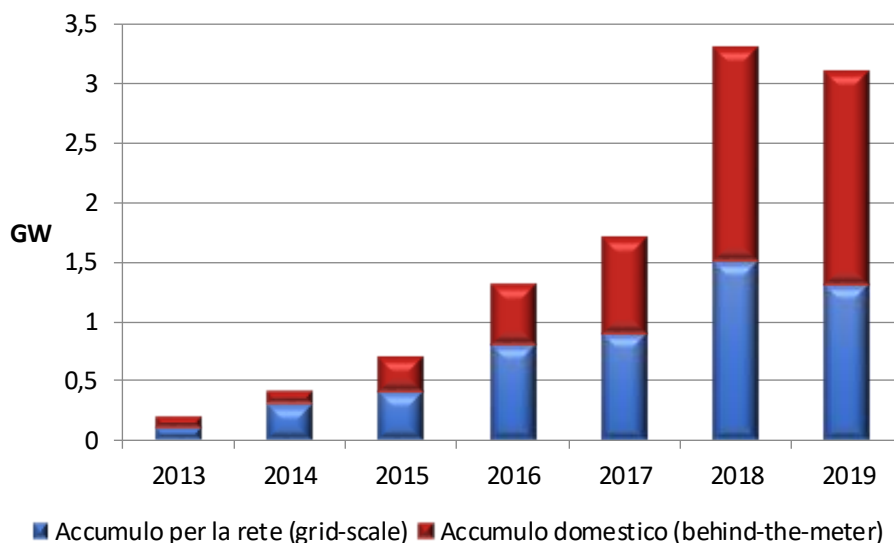


FIGURA 4.4 Implementazione annuale di sistemi di energy storage (2013-2019)

Fonte: International Energy Agency, *Energy storage - Tracking report, 2020*

A questo declino globale ha contribuito in primo luogo una flessione dell’80% delle installazioni annuali in Corea del Sud, uno dei mercati più promettenti (Fig. 4.5). Se anche la domanda di dispositivi di stoccaggio *behind-the-meter* si è ridotta considerevolmente in Corea, in Giappone invece le vendite hanno raggiunto più di 200 MW, rendendo il Paese leader globale in tale mercato. Tra gli altri Stati con mercati di dispositivi di stoccaggio *behind-the-meter* particolarmente sviluppati si segnalano l’Australia e gli Stati Uniti (in California sono stati venduti più di 10,000 sistemi “dietro il contatore” nel 2019). Un fattore di sviluppo importante per l’*energy storage* è stata la collocazione di soluzioni per lo stoccaggio in

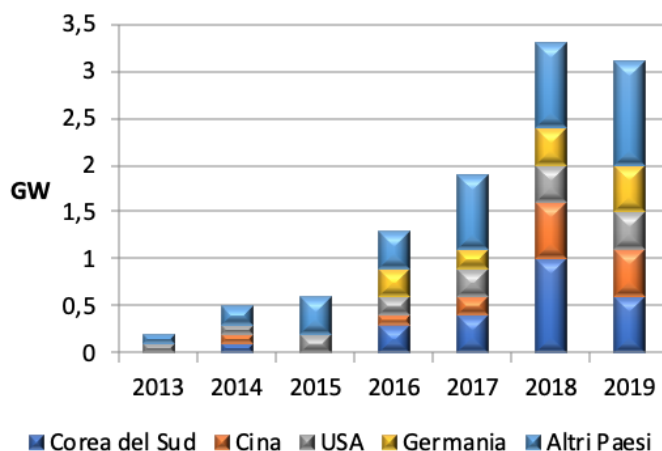


FIGURA 4.5 Implementazione annuale di sistemi di energy storage per Paese (2013-2019)

Fonte: International Energy Agency, *Energy storage - Tracking report, 2020*

prossimità degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, garantendo così un approvvigionamento energetico più stabile, flessibile ed efficiente.

Per ciò che concerne l'Unione europea, la Commissione si è impegnata a supportare l'accumulo di energia nel lungo periodo. L'investimento nelle tecnologie di stoccaggio risulta in effetti una priorità importante all'interno del pacchetto "*Clean Energy for all Europeans*" presentato nel 2016. Per una disamina delle principali iniziative UE in favore dello sviluppo dell'*energy storage*, si consulti il paragrafo successivo. Complessivamente, tuttavia, nel 2019 la crescita della capacità di accumulo europea è rallentata del 40% rispetto all'anno precedente. Lo stoccaggio *behind-the-meter* ha avuto maggiore successo delle applicazioni a livello di rete, soprattutto in Germania.

Il mix tecnologico è rimasto sostanzialmente invariato nel 2019. Lo stoccaggio mediante pompaggio idrico è ancora la tecnologia maggiormente installata, cui segue l'accumulo elettrochimico. Tra le batterie, quelle agli ioni di litio rimangono di gran lunga la soluzione più popolare, beneficiando degli effetti di *spillover* derivanti dai progressi raggiunti dalle vetture elettriche. Attualmente, per esempio, circa il 60% delle batterie per lo stoccaggio di energia a livello di rete sono realizzate con una miscela di nichel, manganese e cobalto, cioè la stessa tecnologia utilizzata per i veicoli elettrici. L'*energy storage* si sta comunque diversificando in nuovi mercati e applicazioni. Tra i progetti in corso, l'IEA segnala lo stoccaggio ad aria compressa in Cina, l'accumulo gravitazionale nel Regno Unito, nuovi impianti di pompaggio idraulico in Australia, batterie acquose negli Stati Uniti e batterie di flusso in Arabia Saudita.

4.3. LE INIZIATIVE EUROPEE PER LO SVILUPPO DELL'ENERGY STORAGE

Nel 2007 la Commissione europea ha presentato il piano strategico integrato per le tecnologie energetiche (piano SET), con l'obiettivo di coordinare le attività di ricerca e innovazione in materia di energia negli Stati membri. Tale piano, successivamente rivisto nel 2015, contiene dieci azioni fondamentali, quattro delle quali afferiscono all'ambito dello stoccaggio di energia:

- sviluppare e assicurare il funzionamento di sistemi energetici efficienti, affidabili e resilienti, in grado di integrare fonti rinnovabili variabili;
- proseguire gli sforzi intrapresi per rendere l'industria dell'UE meno energivora e più competitiva, ad esempio sviluppando tecnologie di stoccaggio dell'energia termica;
- batterie per la mobilità elettrica e lo stoccaggio stazionario di energia;
- bioenergia e carburanti rinnovabili per trasporti sostenibili.

La Commissione, i diversi Stati membri e gli stakeholder hanno poi elaborato nel 2016 il documento *“Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward”*⁸, contenente una serie di obiettivi da realizzare entro il 2020 e il 2030 riguardo le prestazioni, i costi e la produzione di batterie.

Il principale strumento dell’Unione europea per il finanziamento della ricerca e dell’innovazione è il programma *Horizon 2020*, che ha messo a disposizione fondi per circa 77 miliardi di euro in sette anni (dal 2014 al 2020) per favorire una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva dell’economia europea (Innov-E, 2018). Oltre il 90% di tali fondi è stato destinato alla ricerca nell’ambito di energie rinnovabili, efficienza degli usi finali dell’energia, *smart grid* e *energy storage*. La maggior parte dei programmi finanziati da *Horizon 2020* è gestita direttamente dalla Commissione europea, che sovvenziona ricercatori e strumenti specifici a sostegno della ricerca e innovazione in piccole e medie imprese. Il programma cofinanzia altresì partenariati pubblico-privato (PPP), tra cui in particolare l’impresa comune *“Celle a combustibile e idrogeno” (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)*, che approfondiremo nel prossimo paragrafo. Anche la Banca europea per gli investimenti (BEI) può concedere prestiti, garanzie e finanziamenti su titoli di capitale per progetti dimostrativi delle tecnologie energetiche con lo strumento InnovFin.

Come riporta la Corte dei conti europea⁹, al termine del 2018 la Commissione aveva sovvenzionato 396 progetti relativi allo stoccaggio dell’energia in rete o alla mobilità a basse emissioni di carbonio, per un totale di 1,34 miliardi di euro. Il 37% di tali fondi è stato destinato a progetti concernenti celle a combustibile o idrogeno e il 25% a progetti di ricerca sulle batterie

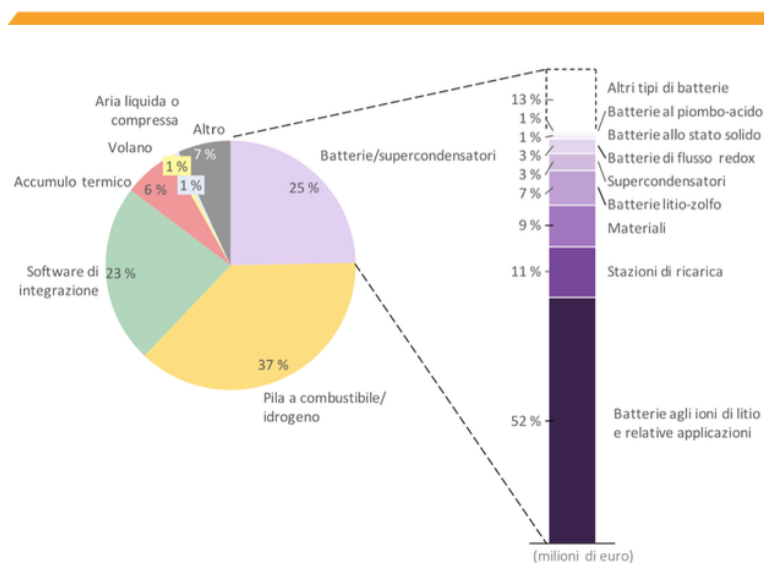


FIGURA 4.6 Progetti di stoccaggio energetico finanziati da Horizon 2020
Fonte: Corte dei Conti Europea, *Il sostegno dell’UE per lo stoccaggio di energia*, 2019

⁸ Commissione europea, *SET-Plan ACTION n°7 –Declaration of Intent “Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward”*, 2016.

⁹ Corte dei conti europea, *Il sostegno dell’UE per lo stoccaggio di energia*, 2019.

(Fig. 4.6). Più nel dettaglio, oltre la metà dei fondi indirizzati alle batterie riguardavano progetti sulle batterie agli ioni di litio, mentre il 7% è stato destinato alle batterie litio-zolfo, il 3% alle batterie di flusso redox, l'1% alle batterie allo stato solido e meno dell'1% alle batterie al piombo acido.

4.3.1. Lo sviluppo dell'idrogeno verde in Europa

Le pile a combustibile rappresentano un'efficiente tecnologia di conversione. Alimentate dall'idrogeno, consentono di produrre elettricità avendo come unico scarto il vapore acqueo. Le potenzialità dell'idrogeno, d'altro canto, sono vaste. Tale vettore energetico può contribuire allo stoccaggio dell'energia prodotta da fonti rinnovabili intermittenti: l'energia eolica o solare in eccesso, infatti, può essere impiegata per realizzare l'elettrolisi dell'acqua. L'idrogeno così prodotto è detto "verde" perché la sua produzione è resa interamente a emissioni zero. Impiegato come carburante delle pile a combustibile, o immesso fino a determinate percentuali (tra il 5 e il 20%) entro le reti del gas naturale già esistenti, permetterebbe di ridurre la dipendenza del sistema energetico dagli idrocarburi (in gran parte importati da Paesi extra europei). L'idrogeno verde può altresì contribuire alla decarbonizzazione di molti settori, tra cui in particolare i trasporti pesanti, il settore residenziale (riscaldamento), nonché la raffinazione e la produzione di ammoniaca o acciaio. Si osservi che il trasferimento mediante l'idrogeno del potenziale "green" dall'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili alla mobilità elettrica, alle infrastrutture termiche e del gas e alle industrie ad elevata intensità energetica costituisce solo un esempio dei benefici derivanti dall'adozione di un approccio integrato nella transizione verso la decarbonizzazione.

Tra le iniziative a supporto della ricerca e dello sviluppo concernenti le pile a combustibile e l'energia a idrogeno, troviamo il *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU), una partnership pubblico-privata (rappresentata dalla Commissione nella parte pubblica) con l'obiettivo di permettere alle tecnologie più promettenti di vincere le barriere tecnologiche e di introduzione al commercio. Nel 2014 il FCHJU ha avviato l'implementazione della sua seconda fase, con un budget totale di 1,33 miliardi di euro. L'intenzione è realizzare nell'Unione europea un settore industriale di pile a combustibile e idrogeno che sia sostenibile e competitivo a livello globale, finanziando progetti che perfezionino la performance, riducano i costi di produzione e in generale consentano la commercializzazione di questa tecnologia su larga scala nel settore energetico e dei trasporti.

Ma l'impegno dell'UE in tale ambito non si è esaurito. Nei prossimi mesi, la Commissione europea definirà una strategia integrata sull'idrogeno, contenente la tabella di marcia da rispettare per sviluppare un'economia dell'idrogeno pulito entro il 2050. Nella fase di transizione, potrebbe essere necessario ricorrere anche all'idrogeno ottenuto dal gas naturale con la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS), il cosiddetto idrogeno "blu".

4.3.2. L'alleanza europea per lo sviluppo delle batterie

Le batterie costituiscono una componente essenziale delle vetture elettriche, che può arrivare a rappresentare circa la metà del costo complessivo del veicolo. La filiera di approvvigionamento, inoltre, è tanto più economica e flessibile quanto maggiore è la vicinanza tra i produttori di vetture elettriche e i fornitori di batterie. Si osservi altresì che nel 2018 i Paesi europei rappresentavano soltanto il 3% della capacità mondiale di produzione di celle per batterie, contro l'84% della regione Asia-Pacifico (Cina, Corea del Sud e Giappone) e il 12% del Nord-America (Corte dei conti europea, 2019). Per queste ragioni, la Commissione europea ha annunciato nell'ottobre 2017 la creazione dell'Alleanza europea per le batterie (*European Battery Alliance*), con l'obiettivo di creare in Europa una catena di valore della produzione di batterie sostenibile e competitiva, potenziando in tal modo la crescita dell'industria dei veicoli elettrici. L'alleanza racchiude l'impegno della Commissione nel riunire i partner industriali dell'UE, i soggetti attivi nella ricerca e innovazione, la Banca europea per gli investimenti e gli Stati membri allo scopo di rendere l'Europa "leader mondiale nella produzione e nell'uso di batterie sostenibili".

Alla *European Battery Alliance (EBA)* è stato poi associato nel 2018 un Piano d'azione strategico sulle batterie, con l'obiettivo di promuovere, con approccio transfrontaliero e integrato, la produzione e l'uso di batterie ad alte prestazioni nell'ambito dell'economia circolare, fornendo inoltre un adeguato supporto alla ricerca e all'innovazione. Il piano, inserito nel terzo pacchetto sulla mobilità elaborato dalla Commissione europea, combina diverse misure a livello UE tese a facilitare l'accesso alle materie prime per le batterie, sostenere la loro produzione su larga scala, accelerare la ricerca e innovazione in questo ambito, sviluppare una manodopera con le necessarie competenze e assicurare la coerenza degli strumenti regolatori e di finanziamento con il quadro normativo europeo.

Secondo le previsioni della Commissione europea, la sola domanda di batterie nell'UE potrebbe raggiungere un valore di 250 miliardi di euro entro il 2025. Per soddisfare tale domanda, sarebbe necessario costruire dai dieci ai venti impianti di produzione di batterie su larga scala (*gigafactories*), in grado di produrre annualmente circa 200 GWh di batterie agli ioni di litio.

Secondo le stime della Corte dei conti europea¹⁰, tuttavia, nel 2023 la capacità produttiva dell'UE potrebbe raggiungere solo 70 GWh, un traguardo ben al di sotto dell'obiettivo di 200 GWh entro il 2025. La Figura 4.7 mostra lo sviluppo atteso della capacità di produzione delle batterie agli ioni di litio tra il 2018 e il 2021. Rispetto ad altre regioni del mondo, l'Europa si mostra chiaramente in ritardo. Il rischio è che nei prossimi anni il mercato UE delle batterie risulti in gran parte approvvigionato da impianti non europei, oppure che i produttori di auto elettriche scelgano di delocalizzare la produzione al di fuori dell'UE, più vicino ai fornitori di batterie. Poiché l'Europa entrerà nel mercato in ritardo, inoltre, potrebbe incontrare difficoltà nel generare un vantaggio competitivo rispetto agli operatori storici.

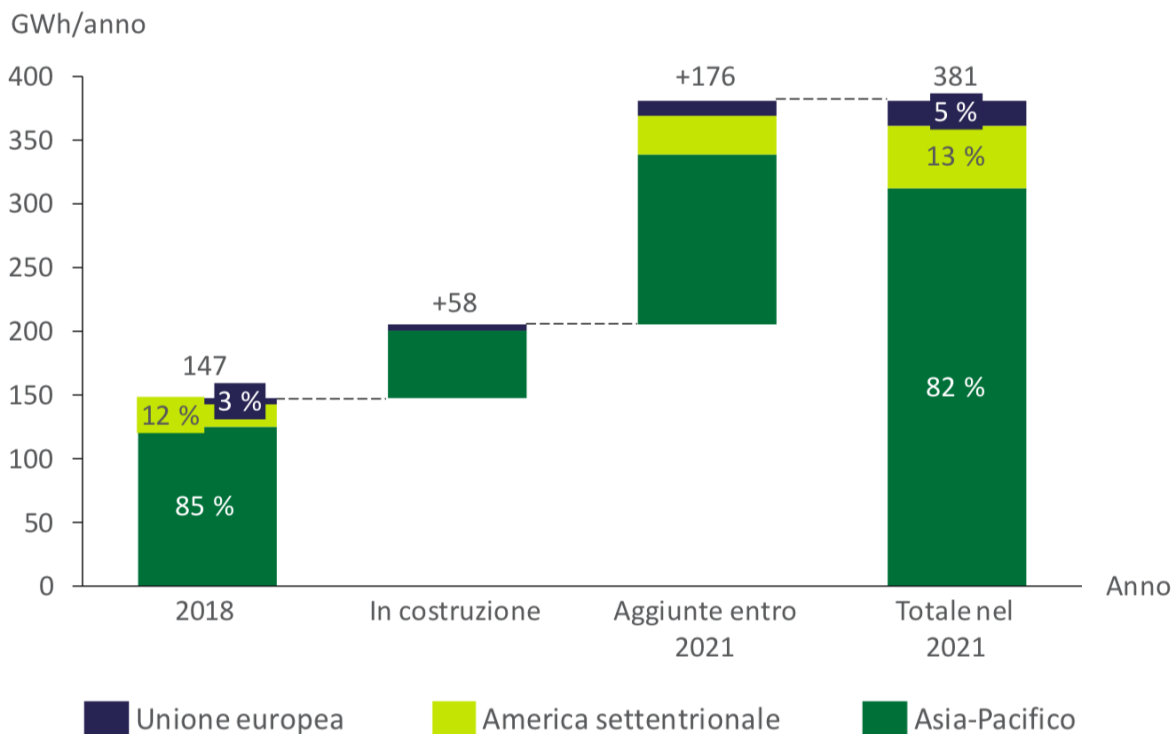


FIGURA 4.7 Sviluppo previsto della capacità di produzione di batterie agli ioni di litio (2018-2021)

Fonte: Corte dei conti europea, adattamento da JRC, *Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications*, 2018

¹⁰ Vedi *supra*.

4.3.3. I progetti ARERA nell'ambito dell'accumulo elettrochimico

Benché le potenzialità dell'accumulo elettrochimico siano promettenti, soprattutto in un'ottica di soluzione al problema dell'intermittenza delle fonti rinnovabili, permangono tuttavia dei limiti tecnici, messi in luce anche da alcuni progetti realizzati da ARERA nel corso degli ultimi anni¹¹.

Nel 2013, l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ha autorizzato Terna a condurre progetti pilota per la sperimentazione delle potenzialità e dell'efficacia ed efficienza dei sistemi di accumulo tramite batterie. Tali progetti avevano il fine di testare alcune funzionalità dei dispositivi di stoccaggio a batterie su porzioni critiche della rete di trasmissione della zona Centro-Sud, per ridurre la mancata produzione eolica, ed erano principalmente divisi in due tipologie:

- *“energy intensive”*, ovvero sistemi di accumulo con elevata durata del ciclo di carica e scarica;
- *“power intensive”*, cioè sistemi di accumulo con elevata capacità di risposta immediata a perturbazioni di frequenza.

I risultati di questi esperimenti sono stati pubblicati da Terna tra il 2017 e il 2018, e hanno messo in luce alcune concrete difficoltà operative nella gestione dei sistemi di accumulo, che in caso di picchi di produzione eolica hanno dato luogo a congestioni sulle reti elettriche, impedendo il conseguimento dei risultati attesi.

Al fine di valutare i vantaggi ottenibili dai servizi offerti dai sistemi di accumulo ai distributori, l'Autorità ha inoltre affidato al Dipartimento di ingegneria elettrica ed elettronica dell'Università di Cagliari lo studio dei casi in cui i sistemi di accumulo potrebbero migliorare la gestione dei sistemi di distribuzione intelligente e ridurre i costi d'esercizio (Pilo F., Pisano G. *et al.* 2018). Ne è emerso che le situazioni in cui i benefici derivanti dai sistemi sono tali da compensare i costi di installazione sono trascurabili, anche in prospettiva di una futura riduzione di tali costi.

Da queste analisi l'ARERA ha concluso che i sistemi di accumulo possono fornire un contributo di rilievo nell'ambito del dispacciamento, cioè delle attività tese a garantire l'equilibrio tra l'offerta e la domanda di energia elettrica, in conseguenza della diffusione delle fonti rinnovabili non programmabili e della generazione distribuita, nonché del progressivo venir meno degli impianti programmabili. Tuttavia, ciò è possibile a condizione che i sistemi siano economicamente vantaggiosi: solo utilizzando i dispositivi per una pluralità di finalità si potrebbero conseguire benefici tali da superare i costi sostenuti. Al riguardo, l'Autorità ha però precisato che, *“va tenuto*

¹¹ ARERA, *Memoria dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente in merito alla relazione della Commissione europea sull'attuazione del piano d'azione strategico sulle batterie: creare una catena del valore strategico delle batterie in Europa COM (2019) 176*, 2019.

presente che un sistema di accumulo elettrochimico non può fornire tutti i servizi contemporaneamente e non può essere sempre disponibile per attivare un determinato servizio; la sua disponibilità a fornire un certo servizio dipende dalla sua taglia, dalle ubicazione e dallo stato di carica quando lo specifico servizio è richiesto”.

4.3.4. L'alleanza italiana per le batterie

Proprio alla chiusura del presente lavoro, il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha annunciato il 3 luglio la nascita dell'Italian Battery Alliance (IBA), una piattaforma tecnologica ricerca-industria per lo sviluppo di batterie avanzate e di nuova generazione in Italia promossa proprio dal MISE nell'ambito delle strategie per la transizione energetica, la decarbonizzazione del trasporto, lo sfruttamento efficiente delle fonti rinnovabili e rafforzare la competitività industriale¹².

La piattaforma sarà aperta alla partecipazione di imprese, associazioni, centri di ricerca, università, agenzie di finanziamento di ricerca e innovazione e opererà come strumento di consultazione/coordinamento di attività e programmi di ricerca e innovazione (R&I), a supporto della capacità industriale nel settore, per favorire collaborazioni fra ricerca e industria e una più ampia partecipazione alle iniziative europee e alle opportunità di finanziamento.

L'IBA sarà coordinata dall'Enea già coordinatore del gruppo di lavoro nazionale sulle batterie nell'ambito del Set Plan e attivo in tutte le iniziative europee ed internazionali relative alla *value chain* delle batterie.

La piattaforma italiana si inserisce appieno nel contesto europeo che vede diversi Stati membri dotarsi di piattaforme tecnologiche, con l'obiettivo di creare più strette connessioni tra ricerca e industria per coordinare e accelerare la R&I nel settore, come: Germania, Francia e Slovacchia.

In Italia non era stato ancora fatto un passo ufficiale in tal senso. Tuttavia, già nell'ambito dell'accordo di programma per la Ricerca di Sistema Elettrico finanziato dal MISE, esiste *de facto* un network derivante dalle attività relative a due progetti dedicati alle batterie (accumulo elettrochimico per uso stazionario e mobilità sostenibile). I tre enti affidatari (Enea, Cnr, Rse) coordinano le attività con una rete di gruppi universitari di alto livello, la maggior parte dei quali sotto l'egida dell'Enea.

¹² MISE: "nasce la Italian Battery Alliance" in Staffetta Quotidiana del 6 luglio 2020.

Per quanto riguarda l'industria, già in ambito SET-Plan e successivamente al lancio della piattaforma europea EBA (v. *supra*), si è costituito un gruppo nazionale informale di scambio informativo da/verso i tavoli europei che attualmente vede la partecipazione di 28 industrie e 22 organizzazioni di ricerca oltre ad importanti associazioni di settore.

4.4. IL QUADRO NORMATIVO EUROPEO

Un quadro regolatorio di sostegno, condizioni di mercato meno incerte e norme tecniche armonizzate possono incoraggiare la crescita della domanda di *energy storage*, ridurre il rischio di investimento e, di conseguenza, attirare fondi privati nello sviluppo delle tecnologie di accumulo. In questa direzione vanno le norme sullo stoccaggio di energia inserite nel più ampio "*Clean energy for all Europeans package*". Il pacchetto, proposto nel 2016, si pone come obiettivo facilitare la transizione dell'economia europea verso l'impiego di energia pulita. Gli otto atti legislativi che lo compongono sono stati adottati dalle istituzioni europee tra il 2018 e il 2019. Tra di essi, due riguardano direttamente l'accumulo di energia:

- la direttiva UE 2019/944 relativa alle norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica;
- il regolamento UE 2019/943 sul mercato interno dell'elettricità (*Regulation on the internal market for electricity*).

L'obiettivo della prima direttiva è creare mercati dell'energia elettrica effettivamente integrati, competitivi, incentrati sui consumatori e flessibili. A tale scopo, vengono stabilite le norme comuni per la generazione, la trasmissione, la distribuzione, lo stoccaggio e la fornitura dell'energia elettrica, nonché le disposizioni in materia di protezione dei consumatori. La direttiva mira a realizzare una regolamentazione dell'*energy storage* tecnologicamente neutra, così da consentire alla vasta gamma di soluzioni di stoccaggio illustrate nel paragrafo precedente di competere in modo equo.

Il regolamento UE sul mercato interno dell'energia elettrica, invece, definisce i principi su cui fondare mercati dell'energia elettrica funzionanti, efficienti e integrati. In esso, viene garantito un accesso non discriminatorio a tutti i fornitori di servizi di accumulo dell'energia e gestione della domanda. Si richiede inoltre di non procedere alla costruzione di infrastrutture di rete sproporzionate nel caso in cui altre opzioni, come lo stoccaggio, costituiscano un'alternativa migliore. Infine, si richiede agli Stati membri dell'Ue di incentivare i gestori del sistema di distribuzione ad acquisire servizi di flessibilità, ivi inclusi quelli di accumulo dell'energia.

4.5. IL PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA (PNIEC)

Il *Clean energy package* fissa il quadro regolatorio della governance europea per l'energia e il clima, strumentale al conseguimento degli obiettivi al 2030¹³ e della completa decarbonizzazione entro il 2050. Ciascuno Stato membro è chiamato poi a contribuire al raggiungimento di questi obiettivi attraverso la definizione di target individuali, da inserire all'interno di un Piano nazionale integrato per l'energia (PNIEC), frutto del dialogo tra le istituzioni e gli stakeholder.

Lo scorso gennaio, il Governo italiano ha inviato alle istituzioni europee il proprio Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030. Tra gli obiettivi in esso contenuti, è inclusa anche la crescita della capacità di accumulo, necessaria non solo in ottica di maggiore sicurezza e flessibilità ma anche che per limitare il fenomeno dell'*overgeneration* e favorire il raggiungimento degli obiettivi di consumo di energia rinnovabile. Ciò richiederà un incremento dell'utilizzo dei sistemi di *storage* idroelettrico¹⁴, ad oggi l'opzione più matura, oltre a un cospicuo sviluppo dell'accumulo elettrochimico sia a livello distribuito che centralizzato. Nello specifico, si stima una necessità di nuovi sistemi di stoccaggio nel medio periodo (entro il 2023) pari a quasi 1.000 MW in produzione, tra idroelettrico ed elettrochimico. Per il 2030, invece, il fabbisogno sarà intorno a 1 TWh, pari a circa 6.000 MW tra pompaggi ed elettrochimico a livello centralizzato, aggiuntivi agli accumuli distribuiti (cui corrispondono circa 4.000 MW). Complessivamente, l'obiettivo è dunque installare nuovi sistemi di stoccaggio per almeno 6 GW (di cui almeno la metà pompaggi) entro il 2030. Si prevede poi un'elevata diffusione dei sistemi di accumulo accoppiati agli impianti distribuiti (circa 4,5 GW), principalmente finalizzati a massimizzare l'autoconsumo.

Accanto al pompaggio e allo *storage* elettrochimico, il PNIEC dichiara l'intenzione di promuovere lo sviluppo anche di altre tecnologie di accumulo, tra cui in primo luogo il *power to gas* e in particolare la produzione di idrogeno a partire dall'elettricità rinnovabile in eccesso, da impiegare poi ai fini di accumulo o immissione nell'infrastruttura del gas (vedi *supra*). È quindi attesa una crescente interconnessione tra la rete elettrica e la rete gas, che porterà a una maggiore convergenza dei piani di ricerca e sviluppo e sinergia nella gestione operativa delle due infrastrutture.

¹³ Tra gli obiettivi 2030 ricordiamo in particolare: la riduzione del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990); una quota del 32% di energia rinnovabile; un miglioramento del 32,5% dell'efficienza energetica.

¹⁴ Per gli impianti di pompaggio esistenti è attesa una crescita delle ore di utilizzo rispetto ai livelli attuali del +90% per i pompaggi localizzati al Nord e del +80% per gli impianti localizzati nel Sud Italia.

Il Piano prevede inoltre che saranno considerate le potenzialità dell'accumulo sotto forma di energia termica (sistemi di Cogenerazione ad Alto Rendimento e reti di teleriscaldamento). *“La scelta definitiva della capacità di accumulo da realizzare, delle tecnologie di accumulo e il mix fra interventi sulle reti e realizzazione di stoccaggi, andranno descritti nei Piani di sviluppo di Terna, sulla base dei servizi che potranno essere offerti da ciascuna opzione (power driven, energy driven o multi service) e della necessità di ottimizzare l'impiego degli stoccaggi idroelettrici esistenti.”*

In ossequio al *Clean Energy Package*, infine, sarà definito un nuovo quadro regolamentare, in grado di promuovere lo sviluppo della capacità di accumulo necessaria secondo un modello di mercato, in cui gli agenti competano per l'offerta di servizi di rete (attualmente sono gestiti direttamente dal TSO quali infrastrutture di rete con riconoscimento tariffario). A ciò si lega la riorganizzazione dei servizi ancillari e una più generale riforma del dispacciamento.

4.6. CONSIDERAZIONI FINALI

Abbiamo precedentemente osservato che lo sviluppo della capacità di accumulo globale è rallentato nel 2019. Secondo l'AIE ciò è da imputare principalmente all'incertezza riguardo le norme che disciplinano l'*energy storage*, nonché la rischiosità degli investimenti privati in questo settore. Si prevede che nel 2020 tale declino sarà esacerbato dalla pandemia da Covid-19. A una riduzione generale degli investimenti, infatti, potrebbe accompagnarsi la crisi delle complesse *supply chain* su cui si fonda in particolare la produzione di batterie.

A maggior ragione diventa dunque imperativo rimuovere tutti quegli ostacoli che possano frenare i potenziali investitori privati nell'ambito dell'*energy storage*. Tra di essi rilevano in particolare¹⁵:

- i canoni di rete, che in alcuni Paesi devono essere pagati due volte, sia in veste di consumatori che di produttori;
- la combinazione di entrate provenienti da servizi diversi (come la risposta in frequenza, il supporto della tensione, la modulazione della potenza in risposta alle variazioni di carico, lo scambio di energia elettrica);
- le incertezze riguardo la titolarità degli impianti di accumulo di energia;
- l'associazione dell'energia elettrica ad altre forme di energia (calore, idrogeno, gas naturale di sintesi).

Tali ostacoli vengono soltanto parzialmente fronteggiati dalle norme contenute nel *Clean Energy Package*, e vi è dunque spazio per misure di policy più incisive.

¹⁵ Corte dei conti europea, *Il sostegno dell'UE per lo stoccaggio di energia*, 2019.

5. L'ENERGIA SI FA DIGITALE

5.1. INTRODUZIONE

La *digital transformation*, fenomeno travolgente che sta rivoluzionando ogni ambito della vita lavorativa e sociale degli individui, è caratterizzata dall'integrazione tra tecnologie fisiche e digitali e dall'evoluzione tra processi e modelli di business. Tale sviluppo tecnologico sta favorendo la nascita di prodotti e servizi sempre più intelligenti anche in alcuni dei settori tradizionali maggiormente consolidati come quello dell'energia. Per oltre un secolo, i sistemi energetici si sono basati in gran parte su impianti centralizzati, di solito alimentati con combustibile fossile per generare elettricità, e su reti magliate per raggiungere i consumatori finali. Il servizio offerto aveva un obiettivo semplice, ovvero quello di fornire elettricità con elevata affidabilità e costi contenuti. Oggi lo scenario è profondamente cambiato e i *player* energetici tradizionali stanno affrontando grandi e fondamentali sfide per competere in un settore in trasformazione. Il tradizionale sistema centralizzato e caratterizzato da un approccio top-down, dalla generazione alla trasmissione, distribuzione e vendita si sta evolvendo verso un ecosistema distribuito, interattivo e interconnesso. Nuovi *player* e nuove tecnologie, così come una maggiore interazione tra service provider e clienti, caratterizzano oggi il mercato dell'energia.

Dal punto di vista tecnico, la trasformazione del sistema energetico si sta muovendo lungo tre direttrici principali (Fig.5.1), che ne coinvolgono direttamente l'apparato infrastrutturale: elettrificazione, decentralizzazione e digitalizzazione (World Economic Forum, 2017). L'elettrificazione – ovvero l'adozione di tecnologie elettriche in luogo dello sfruttamento di combustibili fossili – riveste un ruolo chiave nella diffusione delle fonti di energia rinnovabili e nella riduzione delle emissioni e, ad oggi, riguarda principalmente il settore dei trasporti (Cappelli, 2019). Invece la decentralizzazione della generazione energetica riguarda principalmente lo sviluppo tecnologico nel settore delle energie rinnovabili sia in fase di generazione, sia in fase di conservazione (Henly et al., 2018). Infine, la digitalizzazione – ovvero il processo in grado di mutare completamente la fisionomia del settore elettrico.

Analizzando nel dettaglio il processo di digitalizzazione in atto nel settore energetico, si osserva come il concetto di *smart grid* (reti intelligenti) si stia diffondendo in modo sempre più pervasivo. Le *smart grid* si avvalgono di un sistema informatico e di un sistema di comunicazione (Fang et al, 2012) in grado di innescare un comportamento attivo e consapevole tra i consumatori e di integrare nella rete i produttori di energie rinnovabili (International Energy Agency, 2011).

La digitalizzazione sta rendendo possibile il c.d. “*empowerment del consumatore*”, che sovente sta diventando *prosumer* e comincia ad avvertire la necessità di gestire in tempo reale il saldo tra i propri consumi e la propria cessione di energia alla rete. Allo stesso tempo sistemi di DLT (*Distributed Ledger Technology*), alla base delle tecnologie *blockchain*, stanno favorendo la disintermediazione all’interno di sistemi di vendita peer-to-peer. In prospettiva, l’automazione dei sistemi di gestione di questa crescente mole di informazioni tenderà a inglobare anche la valutazione dei comportamenti dei *prosumer* rispetto alle offerte, all’andamento del mercato dei prezzi energetici, anche a livello internazionale, ed in relazione alle esigenze strutturali della rete. Tale crescente complessità, generata dalla moltiplicazione degli attori, dalla decentralizzazione, dalla disintermediazione e dalla necessità che le operazioni avvengano in tempo reale, richiede un sensibile incremento delle capacità di calcolo e degli algoritmi di elaborazione.

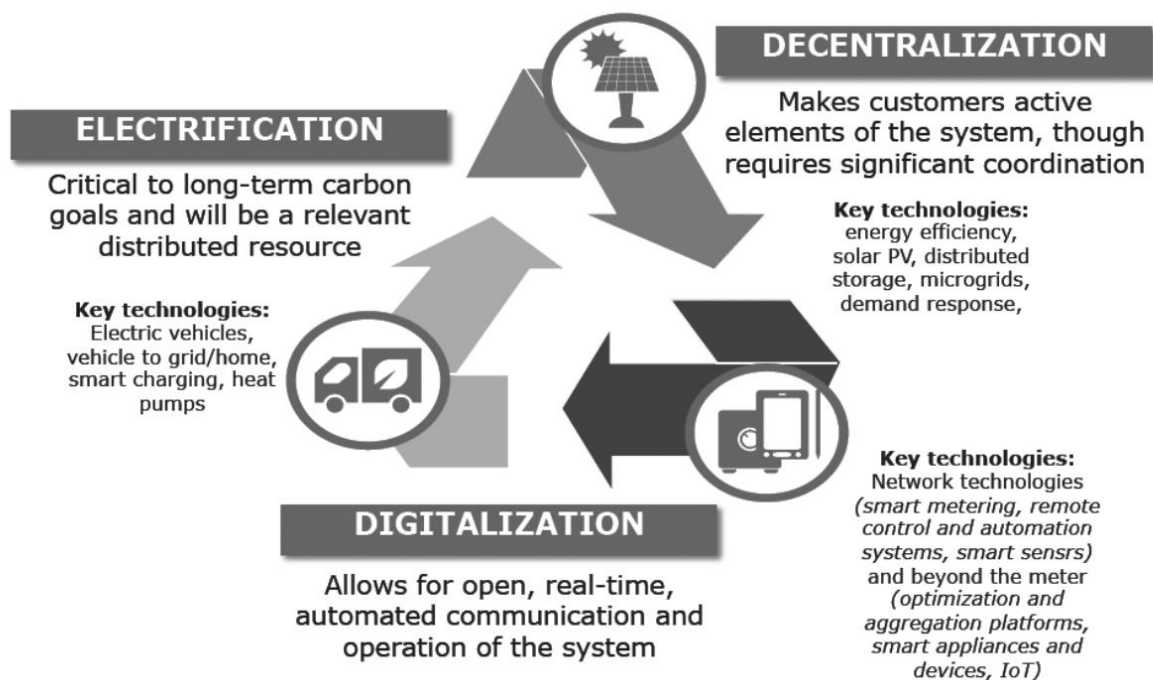


FIGURA 5.1 Principali tendenze nel mercato energetico

Fonte: World Economic Forum, The future of electricity

Oggi si assiste a una vasta diffusione di impianti di autoproduzione (es. pannelli solari o eolico domestico) di piccola taglia ubicati in nodi periferici che permettono di conferire energia direttamente alla rete. D'altro canto, poiché la produzione distribuita deriva per la maggior parte da fonti rinnovabili, essa non può garantire un afflusso costante e programmato nel tempo. In questo scenario la distribuzione dovrà essere in grado di gestire in maniera flessibile e sicura le variazioni alla quantità di corrente elettrica immessa nella rete, tema che non può prescindere dall'analisi in tempo reale di un'enorme mole d'informazioni provenienti da tutti gli impianti collegati alla rete. Per tali ragioni, le *smart grid* sfrutteranno sempre più i contatori intelligenti (*smart meter*) che, nelle versioni di seconda generazione, sono in grado di registrare in tempo reale i consumi energetici e l'eventuale autoproduzione, dialogando allo stesso tempo con tutti i dispositivi connessi alla rete, siano essi produttori o consumatori di energia. Inoltre, l'analisi dei consumi permetterà di anticipare le abitudini di ciascun utente e quindi di produrre e allocare l'energia in maniera più puntuale e efficiente. In particolare, tramite lo sfruttamento di big data e intelligenza artificiale, i nuovi rilevatori apriranno le porte ad una nuova dimensione di efficienza energetica che permetterà di ridurre consistentemente gli sprechi e di ottimizzarne l'utilizzo. Inoltre, l'utilizzo dei dati consentirà una programmazione più esatta della produzione e la possibilità di prevedere i picchi della domanda, scongiurando quindi il rischio di sovraccarico della rete.

5.2. LA BLOCKCHAIN IN AMBITO ENERGETICO

La *blockchain* è stata implementata circa dieci anni fa (da una o più persone sotto lo pseudonimo di Satoshi Nakamoto) per essere il libro mastro delle transazioni in BitCoin. Per anni la catena è stata identificata come parte del meccanismo delle criptovalute e solo negli ultimi anni gli analisti hanno cominciato ad ipotizzare che il successo delle valute digitali potesse essere frutto delle eccezionali qualità di questa tecnologia. Oggi progetti di sperimentazione e implementativi di questa tecnologia sono attivi in quasi tutti i settori industriali tra cui quello energetico. In questo paragrafo analizzeremo le caratteristiche tecniche di questa tecnologia soffermandoci sui tratti distintivi che la rendono particolarmente adatta agli impieghi in ambito energetico.

5.2.1. Registri distribuiti: cosa sono e come funzionano?

Il concetto di distribuzione della responsabilità nasce in contrapposizione al tradizionale sistema centralizzato, dove tutto viene sottoposto al controllo di un'autorità centrale. Nelle tecnologie basate sui registri distribuiti, o *Distributed Ledger Technology*, le informazioni vengono archiviate

in registri architetturelmente decentralizzati, condivisi, distribuiti, replicabili e accessibili simultaneamente. In questa tipologia di sistemi non esiste un ordine gerarchico in cui uno o più soggetti possono prevalere sugli altri, poiché il sistema si basa sulla fiducia tra utilizzatori, posti tutti allo stesso livello, nel quale si può intervenire soltanto con il consenso della maggioranza degli utenti della rete (Fig. 5.2).

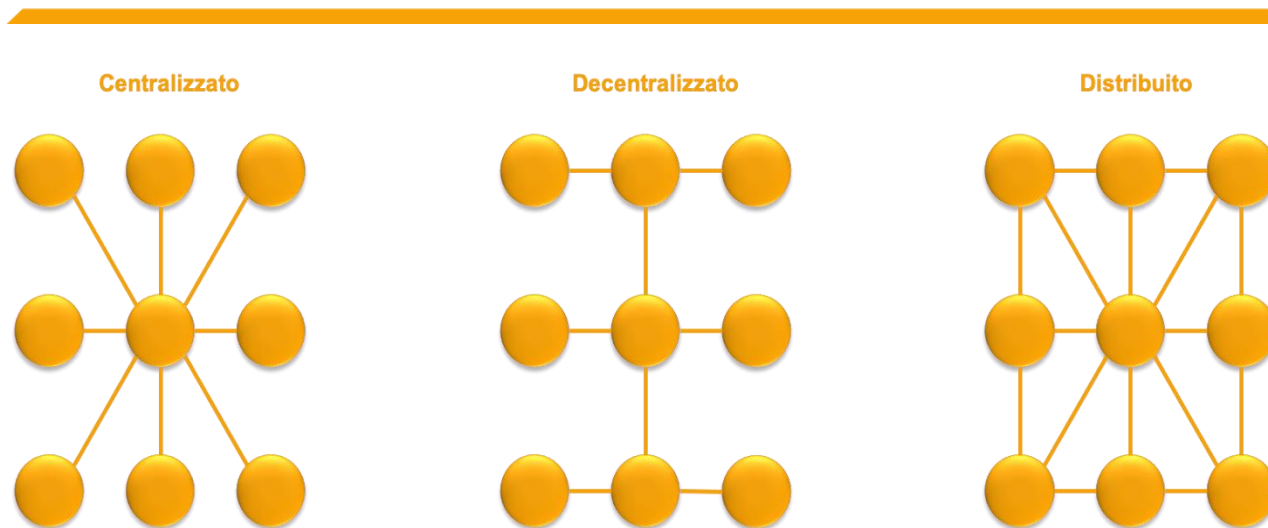


FIGURA 5.2 Differenze tra sistemi centralizzati, decentralizzati e distribuiti

Fonte: Elaborazioni I-Com

La più nota tra le tecnologie che fanno parte della famiglia delle *distributed ledger* è la *blockchain* ovvero una tecnologia che permette di implementare un archivio distribuito in grado di gestire transazioni tra gli utenti di una rete. Il sistema è strutturato in blocchi – ognuno dei quali rappresenta un numero di transazioni registrate – collegati l'uno con l'altro tramite una funzione di *hash*. La funzione di *hash* è un'operazione logaritmica non invertibile che sintetizza una stringa numerica e/o di testo di lunghezza variabile in una stringa di lunghezza determinata. Volendo semplificare il concetto possiamo dire che questa funzione converte ogni pacchetto di dati che viene inviato alla rete in una stringa di formato standard che contiene tutte le informazioni sulle transazioni che fanno parte del blocco ma non permette di risalire al testo originale. Collegando queste stringhe l'una con l'altra si crea appunto una catena di blocchi (*blockchain*– Fig. 5.3). Ogni

operazione eseguita viene segnata con una marca temporale, ovvero un codice che attesta in maniera indelebile e immutabile la data e l'ora dell'azione. Per essere aggiunti alla catena i nuovi blocchi necessitano di essere controllati e crittografati. Questo passaggio consiste nella soluzione di un'operazione matematica di estrema complessità. Per calcolare il contenuto di una stringa viene utilizzato un software che esegue un numero sterminato di tentativi sfruttando un'enorme potenza di calcolo. Insieme al pacchetto di transazioni, nella funzione viene inserito un valore casuale detto "nonce" e l'hash del blocco precedente, generando così l'hash del blocco attuale.

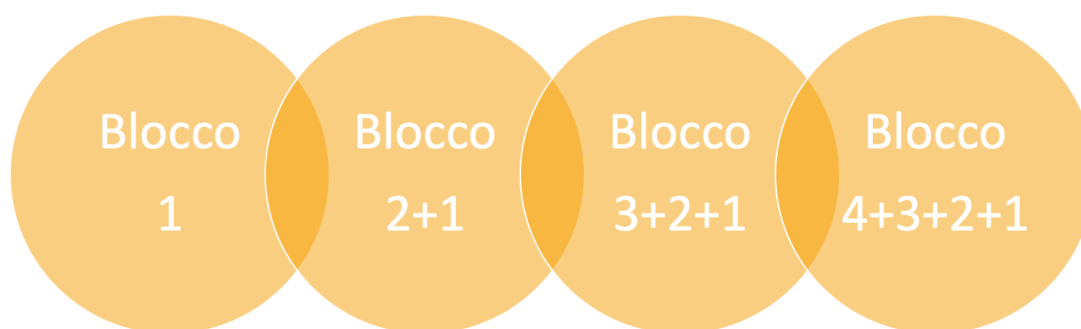


FIGURA 5.3 Catena di blocchi

Fonte: Elaborazioni I-Com

Al fine di comprendere concretamente il funzionamento della *blockchain* è necessario analizzare come si svolge effettivamente una transazione: per operare nel sistema è necessario dotarsi di un software che ci identifica come utenti della rete e genera una coppia di chiavi, una privata e una pubblica; la chiave privata è un codice generato in maniera casuale che può contenere fino a 64 caratteri alfanumerici, la chiave pubblica viene invece generata tramite una funzione irreversibile a partire dalla chiave privata e permette di firmare effettivamente la transazione. Data l'irreversibilità della funzione non è possibile ottenere la chiave privata a partire da quella pubblica, pertanto è possibile dimostrare la propria identità alla rete senza dover condividere entrambe le credenziali personali agli altri utenti. I dati riguardanti la transazione con l'aggiunta della marca temporale (un'operazione che associa una data ed un orario alla transazione che non potranno essere successivamente modificate) verranno poi elaborati insieme a quelli dei blocchi precedenti creando un nuovo anello della catena (Fig. 5.4).

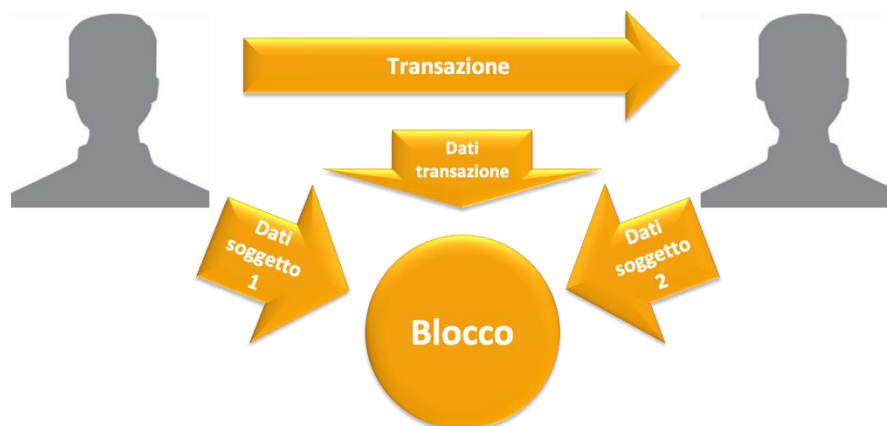


FIGURA 5.4 Funzionamento di una transazione in Blockchain

Fonte: Elaborazioni I-Com

Una delle caratteristiche che attraggono maggiormente le aziende che investono nelle *Distributed Ledger Technologies* è la sicurezza. Nei sistemi distribuiti la validazione e la conservazione dei dati non viene eseguita da un unico soggetto centrale ma da numerosi “nodi” che fanno parte della rete. I nodi sono computer connessi alla rete che partecipano al processo di verifica delle transazioni, trasmettono i nuovi blocchi alla *blockchain* e conservano una copia aggiornata di tutto il registro. Queste operazioni vengono eseguite da tutti i nodi in maniera congiunta quindi più cresce il loro numero più il sistema diventerà sicuro, un attacco informatico ad un singolo nodo non avrebbe infatti alcun effetto sulla catena. Per questo motivo i dati conservati sulla *blockchain* vengono considerati immutabili, per modificarne il contenuto infatti si dovrebbe ottenere il consenso della maggior parte dei nodi della stessa. Altre importanti caratteristiche della catena di blocchi sono la trasparenza e la tracciabilità. Ciascun elemento inserito sul registro è infatti visibile a tutti, facilmente consultabile ed è possibile risalire all’esatta provenienza di ogni sua parte. Le *blockchain* attualmente in circolazione non sono tutte uguali ma riconducibili a tre tipologie diverse:

- Le *blockchain permissionless* - la caratteristica di queste catene pubbliche consiste nel fatto che non hanno una proprietà o un attore di riferimento e sono concepite per non essere controllate. Ogni utente può diventare un nodo della catena e contribuire all’aggiornamento dei dati sul Ledger. Questo modello di *blockchain* è stato sviluppato per impedire ogni forma di censura infatti nessun soggetto può impedire che una transazione

- avvenga e che sia aggiunta al registro, una volta ottenuto il consenso necessario tra tutti i nodi (es. Bitcoin e *Ethereum*);
- Le *blockchain permissioned* - sono reti chiuse in cui possono accedere solo soggetti autorizzati. Quando un nuovo record viene aggiunto alla *blockchain* il sistema di approvazione è soggetto alla conferma di numero limitato di nodi che sono definibili come *trusted*. Questo tipo di *blockchain* può essere utilizzata da istituzioni, grandi imprese che devono gestire filiere con una serie di attori, imprese che devono gestire fornitori e subfornitori, banche, società di servizi, operatori nell'ambito del retail. Le *permissioned ledgers* prevedono l'esistenza di uno o più attori preselezionati che svolgono la funzione di validatore nel network. Se il validatore è un solo agente viene definita come "DLT privato", mentre se è più di uno viene definito come "DLT consortium". Le *permissioned ledgers* permettono poi di definire speciali regole per l'accesso e la visibilità di tutti i dati. Introducono quindi nella *blockchain* un concetto di governance e di definizione di regole di comportamento (es. *Hyperledger*);
 - Sistemi ibridi – si tratta di una rete aperta che opera per conto di una comunità che condivide un interesse comune, dove l'accesso al ruolo di nodo è limitato ad un numero esiguo di utenti considerati *trusted* (es. *Ripple*).

Secondo una ricerca condotta da Deloitte condotta nel 2019 le imprese sono maggiormente orientate verso lo sviluppo di una *blockchain* interna alla compagnia (50%) (Fig. 5.5). Le *blockchain* private sono riconducibili alla tipologia *permissioned* con la particolarità di non essere visibili. Queste tipologie di sistemi sacrificano decentralizzazione, sicurezza e immutabilità in cambio di spazio di archiviazione, velocità di esecuzione e riduzione dei costi (Deloitte, 2019). Questo tipo di *blockchain* viene controllato da un'organizzazione, ritenuta altamente attendibile dagli utenti, che determina chi possa accedere o meno alla rete e alla lettura dei dati in essa registrati. L'organizzazione proprietaria della rete ha, inoltre, il potere di modificare le regole di funzionamento della *blockchain* stessa, rifiutando determinate transazioni in base alle regole e alle normative stabilite. Il fatto che sia necessario essere invitati e autorizzati per potervi accedere garantisce un maggior livello di privacy agli utenti e determina la segretezza delle informazioni contenute. Le *blockchain* private possono essere considerate le più veloci e le più economiche in quanto le transazioni sono verificate da un numero limitato di nodi riducendo così le tempistiche. Le commissioni di transazione sono pertanto significativamente inferiori a quelle delle reti pubbliche. Nonostante il primario interesse verso le *blockchain* private si registra una notevole

interesse anche verso i sistemi *permissioned* condivisi con altre imprese (45%) e verso i sistemi *permissionless* (45%).

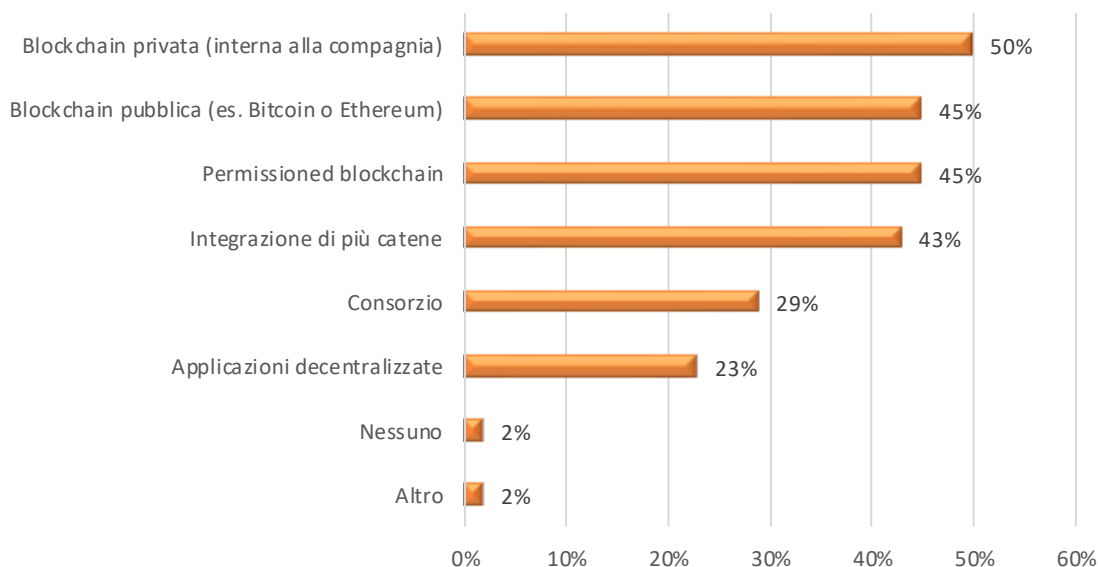


FIGURA 5.5 Modelli di blockchain di maggior interesse per le imprese (2019)

Fonte: Deloitte

Note: Le percentuali equivalgono a più del 100% perché gli intervistati sono stati autorizzati a inviare più di una risposta

5.2.2. Energia e blockchain

I sistemi energetici negli ultimi anni hanno iniziato a subire un processo di trasformazione innescato da una parte dall'ingresso nel settore delle nuove tecnologie digitali e, dall'altra, dalla diffusione di fonti energetiche distribuite. Una delle principali sfide che dovrà affrontare questo comparto nel prossimo futuro è legata infatti alla gestione della decentralizzazione e alla digitalizzazione di tutte le componenti del sistema energetico. Tra le soluzioni tecnologiche maggiormente accreditate allo scopo ci sono, per la loro natura intrinseca, i registri distribuiti e in particolare le *blockchain*.

L'interesse per questa tecnologia nel settore energetico è dovuto alle sue caratteristiche tecniche, su tutte la possibilità di coordinare agevolmente le transazioni tra attori di mercato distribuiti, che ben si adatta alla decentralizzazione della produzione energetica (C. Henly et al., 2018). Le

peculiarità tecniche della “catena di blocchi” la rendono infatti, a oggi, la soluzione più promettente per controllare e gestire sistemi energetici complessi e in particolare le *micro-grid*. Gli aspetti che potrebbero essere interessati dall’introduzione di questa tecnologia nel settore energetico sono molteplici. Secondo uno studio condotto dal think tank statunitense Council on Foreign Relations le iniziative che sfruttano la *blockchain* nel comparto energetico attive a livello globale (Fig. 5.6) sono orientate principalmente alla gestione delle transazioni peer to peer tra soggetti privati per il 36%, seguite dalle transazioni nei mercati all’ingrosso per il 24% e dall’*energy financing* per il 12% (Council on Foreign Relations, 2018).

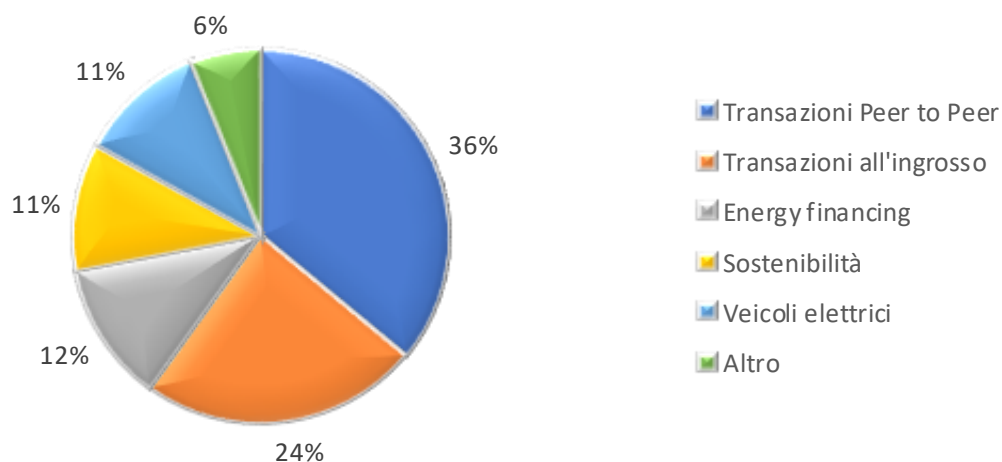


FIGURA 5.6 Iniziative blockchain nel settore energetico per ambito di attività (2018)

Fonte: Council on Foreign Relations

La catena può dare vita ad un mercato peer to peer in cui gli utenti di una rete possono acquistare e vendere energia automaticamente in maniera autonoma, senza la necessità di un’autorità centrale a fare da intermediario. Le *smart grid* sono un sistema che permette a produttori e consumatori di interagire. L’utilizzo di sistemi intelligenti permetterà di determinare in anticipo il fabbisogno di energetico e di conseguenza di allocare l’energia dove è necessaria. La loro implementazione attraverso la tecnologia *blockchain* necessiterà di una radicale riorganizzazione del mercato energetico, rendendo obsoleto l’attuale quadro di regolazione (Butenko, 2016). La vera rivoluzione sta infatti nell’evoluzione del sistema che da monodirezionale diventerà sempre

più bidirezionale. L'applicazione della catena di blocchi alle transazioni energetiche permetterà ai piccoli produttori di energia di diventare parte attiva della rete.

Da un punto di vista strutturale la rete smart non si sostituisce alla rete tradizionale ma coesiste con essa, costituendone un'integrazione e un potenziamento, complementare in termini di componenti e funzioni (Cappelli, 2019). Essa permette di modulare il flusso di energia sulla base della generazione e della domanda in tempo reale: questa funzionalità, che consente di evitare cali di tensione o blackout, è resa possibile dal continuo scambio di informazioni tra la rete e i suoi partecipanti. Grazie all'utilizzo di dispositivi intelligenti, in grado di monitorare il costo dell'energia in tempo reale, i consumatori interagiscono in maniera più attiva e consapevole nel mercato elettrico.

In questo contesto la centralità degli intermediari viene meno, essi infatti sembrano sostituiti dagli stessi soggetti che partecipano alle *smart grid* (Henly et al., 2018). In altre parole, non esiste più un fornitore quale controparte contrattuale del consumatore, mediatore nei rapporti di quest'ultimo con il produttore, ma si ha un network di operatori – consumatori, produttori e *prosumers* – che formalizzano le loro transazioni nell'ambito di una piattaforma digitale, che opera parallelamente alla rete fisica e comunica con essa. Più nello specifico, il meccanismo di funzionamento del sistema si fonda sull'operatività di due reti: una reale e una digitale. La prima è collegata in modo informatico alla seconda: la rete digitale, fondata sulla tecnologia *blockchain*, interconnette gli attori di mercato tramite *smart contracts* e registra le avvenute transazioni, comunicandole poi alla rete fisica, nella quale avviene, conseguentemente, il reale trasferimento di energia (Murkin et al, 2016).

Un esempio pratico delle potenzialità del sistema è quello della start-up Transactive Grid (Brooklyn, New York) che ha implementato una piattaforma di trading locale di energia in cui operano esclusivamente soggetti privati residenti nel quartiere. Il sistema utilizza dei contatori intelligenti – gli *smart meter* – che, oltre a misurare l'energia prodotta da un impianto, comunicano in maniera automatica con la rete che poi gestisce l'energia in maniera collettiva (Innov-E, 2018). La quantità di elettricità in surplus viene poi scambiata tra gli utenti tramite l'utilizzo di *smart contracts* (Fig. 5.7).



FIGURA 5.7 Transactive Grid (Brooklyn, New York)

Fonte: *Transactive Grid "Peer to peer energy transactions and control"*

L'utilizzo della *blockchain* per condurre transazioni energetiche non è un aspetto che sta interessando solo i micro-produttori. I grandi operatori del settore stanno lavorando da tempo a soluzioni che permettano di implementare procedure di trading autonomo nei mercati energetici all'ingrosso. Questi mercati attualmente sono regolati da procedure complesse che comprendono una molteplicità di parti in causa come broker, agenti commerciali, borse, fornitori di servizi logistici, banche e autorità di regolamentazione (Fig.5.8).

L'utilizzo della *blockchain* e degli *smart contract* potrebbero consentire al soggetto generatore di negoziare direttamente con un fornitore di energia al dettaglio tramite sistemi automatizzati, eliminando così tutti gli intermediari. Uno dei progetti più interessanti in quest'ambito – *Enerchain* –

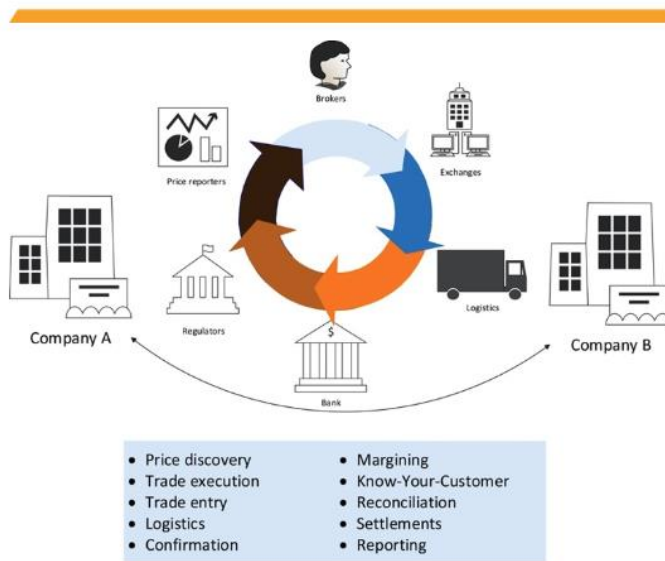


FIGURA 5.8 Processi e soggetti coinvolti nelle transazioni energetiche all'ingrosso

Fonte: *Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities*

è stato messo a punto dalla Ponton, una società tedesca specializzata nella produzione di software e soluzioni It per l'industria dell'energia. Con l'adesione a *Enerchain* i partecipanti al progetto condividono i costi necessari a sviluppare l'infrastruttura, che consentirà loro di inviare, ricevere ed effettuare ordini attraverso un registro decentralizzato e scambi in *peer to peer*, senza l'intervento di un operatore centrale. Il sistema è già perfettamente funzionante e ha permesso a Endesa di effettuare la prima transazione energetica della penisola iberica basata su *blockchain*. In particolare, Endesa ha concluso un accordo commerciale con la Gas Natural Fenosa per un totale di 5,95 GWh di gas naturale. L'ingresso della *blockchain* nei mercati energetici potrebbe quindi cambiare completamente la struttura tradizionale come illustrato nello schema sottostante (Fig.5.9).

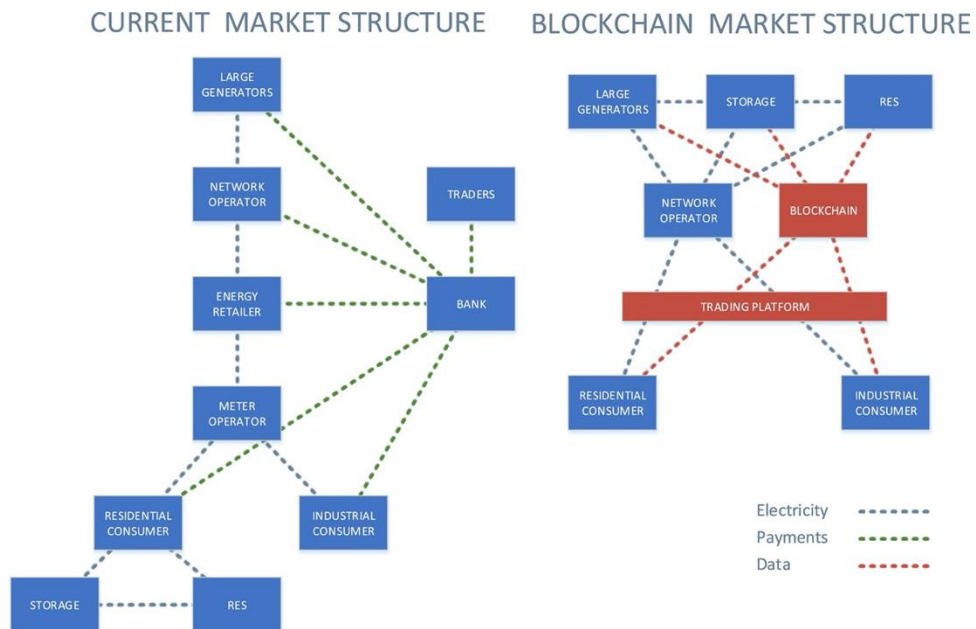


FIGURA 5.9 Processi e soggetti coinvolti nelle transazioni energetiche all'ingrosso

Fonte: PwC global power & utilities

5.2.3. Gli smart contract

Una notevole opportunità per l'evoluzione del settore energetico è rappresentata dagli *smart contract* o contratti intelligenti. Gli *smart contract* non sono necessariamente contratti in senso

giuridico (Savelyev, 2016). Possono piuttosto essere assimilati a “*degli strumenti per la negoziazione, conclusione e/o automatica applicazione di rapporti contrattuali o relazioni para-contrattuali: un canale per la conclusione e gestione degli accordi, piuttosto che accordi in sé*”. (Cuccuru, 2019). Questi possono essere definiti come “*accordi automatizzati ed eseguibili*”. In altri termini, le clausole di un accordo tra due o più parti sono programmate in un codice alfanumerico, che fornisce un set predefinito di istruzioni. Il codice viene conservato sulla *blockchain* così come le transazioni sono conservate normalmente su altre catene di controllo (Innov-E, 2018). Quando si soddisfano le condizioni descritte nel codice per l’avveramento di eventi interni o esterni, vengono automaticamente innescate specifiche azioni anche esse definite nel codice. A differenza di una catena di controllo semplice che registra solo le transazioni, lo *smart contract* aggiunge un codice auto-eseguibile con un ulteriore grado di complessità e di organizzazione. I protocolli verificano ed eseguono le clausole del contratto e monitorano l’esecuzione dello stesso. La tecnologia *blockchain* permette, quindi, per così dire, la “*self-enforceability*”, e cioè che vengano eseguiti automaticamente i termini e le condizioni contrattuali. L’esecuzione di questi accordi infatti non dipende più dalla volontà delle parti o di terzi e dunque lo spazio per il volontario inadempimento risulta pressoché inesistente (Cappelli, 2019). Gli *smart contract* si basano, come una sorta di diagramma di flusso, sulla logica “*if this then that*”: una volta soddisfatte le condizioni descritte nel codice si attivano automaticamente delle specifiche azioni che non possono essere interrotte. Infatti, dato che il libro mastro di una *blockchain* è immutabile, il codice – e così il contratto al quale si riferisce – può solo essere cancellato e modificato seguendo i termini definiti dal codice stesso.

A differenza dei contratti tradizionali che offrono la possibilità di eseguire le prestazioni come stabilito nel contratto stesso o di rendersi inadempienti e andare incontro alle relative conseguenze (es. sospensione della controprestazione, avvio di procedimenti contenziosi, ecc.), tale opzione non è disponibile in uno *smart contract*, dove l’esecuzione del contratto (es. il pagamento) è automatizzata e la transazione è eseguita di default. I vantaggi offerti da un sistema tecnologico di questo tipo, altamente decentralizzato e automatizzato, risiedono principalmente nella riduzione dei costi di transazione: ne risulta, infatti, non solo un drastico ridimensionamento del rischio di inadempimento e di controversie tra le parti, ma soprattutto l’eliminazione di qualsiasi figura di intermediazione (Savelyev, 2016). Tutto ciò si traduce senz’altro in una maggiore efficienza dei rapporti contrattuali, a discapito di una certa flessibilità sia nella fase di negoziazione sia nella fase di esecuzione.

L'impulso che determina l'esecuzione delle istruzioni registrate nello *smart contract* può dipendere da elementi interni allo stesso (successione di avvenimenti) ovvero da circostanze esterne. In tale seconda ipotesi è necessario l'intervento di un elemento esterno alla *blockchain* (cd. "oracolo") che costituisce un collegamento tra la catena e il mondo reale e permette la verifica del soddisfacimento delle condizioni esterne, necessarie all'attivazione del meccanismo "se, allora" (Cappelli, 2019). L'oracolo può essere strutturato anche per interrogare più fonti al fine di accertare il verificarsi di condizioni esterne alla catena. L'oracolo è, in breve, una fonte di dati affidabile e certificata che fornisce supporto per l'esecuzione (o la non esecuzione) dello *smart contract*, trasmettendo alla *blockchain* informazioni relative al mondo reale che concernono circostanze dedotte quali presupposti per l'esecuzione del contratto stesso.

Non in tutti i casi tuttavia è possibile tenere in adeguata considerazione quanto effettivamente voluto dalle parti in ogni situazione. Questo fa sì che possano realizzarsi discrepanze tra le aspettative dei soggetti in gioco e il reale funzionamento dell'accordo (Mik, 2017). I limiti derivanti dalla rigidità del codice coinvolgono non solo la fase costitutiva dello *smart contract*, ma anche quella esecutiva. Risulta infatti pressoché impossibile prevedere esaustivamente in fase di programmazione le possibili circostanze che potranno assumere rilevanza nell'arco di operatività dello *smart contract*. Questo aspetto pone dei generali problemi di governabilità nell'ambito della fornitura di un servizio essenziale come quello dell'energia (Cappelli, 2019). Un caso emblematico è, ad esempio, la sospensione della fornitura per morosità. Nel sistema tradizionale infatti, nel caso di mancato pagamento da parte del cliente, il somministrante non può procedere ad un'interruzione immediata della fornitura ma deve costituire in mora il cliente, indicando il termine ultimo di pagamento e, nel caso in cui il pagamento non venisse effettuato, attendere tre giorni lavorativi per procedere alla sospensione della fornitura. Questo sistema di cautele risulterebbe stravolto con l'applicazione della *blockchain* e necessiterebbe di essere totalmente ripensato.

5.3. IDENTITÀ ENERGETICA DIGITALE

Il processo di vendita di un bene o di un servizio è sempre più facilitato dall'utilizzo della tecnologia che viene in soccorso tanto del consumatore finale quanto di colui che offre un servizio, per snellire i processi manuali e la crescente mole di informazioni e dati disponibili, velocizzando il processo di acquisto.

Nel settore energetico, anche in ragione della sua intrinseca complessità, vi sono ampi spazi di sviluppo e innovazione, sia in ambito privatistico che pubblico. Per i dati e le informazioni, in

particolare, si sta lavorando da più parti per promuovere i seguenti punti: accuratezza dei dati, si pensi ai consumi misurabili e quindi fatturabili siano essi kW che kWh siano consumatori domestici che imprese; riduzione dei tempi di *switching* ed economicità complessiva coniugata alla sostenibilità.

Grazie alle attività di Acquirente Unico S.p.a, in Italia è già in corso un processo di digitalizzazione del dato sulla base di un archivio centralizzato (Sistema Informativo Integrato e Registro Centrale Ufficiale¹⁶) presso la suddetta società a controllo pubblico. L'attuale sistema presenta ampi spazi di sviluppo in ottica di utilizzo e lettura del dato. Tra questi, si evidenzia la possibilità di avviare azioni di mappatura dei dati per contrastare i prelievi fraudolenti di corrente elettrica, la messa on-line (open data) di dati statistici aggregati e quindi consultabili dagli operatori (per esempio: il profilo di consumo medio delle pizzerie di Napoli).

Nel Registro Centrale Ufficiale confluisce una mole notevolissima di dati. Si pensi alle misure per singolo quarto d'ora e ulteriori informazioni che, in parte, esulano dal settore energetico: tra questi la residenza, utilizzata per differenziare il pagamento delle imposte e del canone Rai, la titolarità dell'immobile derivante da un obbligo imposto ai fornitori di energia di richiedere apposita documentazione in sede di stipula di un contratto. È evidente che in questi ambiti il rispetto della privacy sia molto importante, ma è facile che le preoccupazioni per la tutela e la riservatezza possano ostacolare la condivisione dei dati, utile se non necessaria per promuovere la concorrenza e anche, come si vedrà, per non frenare la promozione dell'efficienza energetica nel nostro Paese. Uno dei principi cardine per il raggiungimento dell'efficienza e quindi, nel caso del settore pubblico, della riduzione della spesa è quello di investire nell'interoperabilità e nella condivisione dei dati. Leve queste ultime che dovrebbero essere sviluppate e applicate evitando di creare database paralleli. In Italia, infatti, esiste un'altra banca dati collegata al settore energia relativa al furto d'identità (art.1 comma 84 della Legge n. 124/2017¹⁷) che ha incluso i venditori di energia elettrica e gas tra quei soggetti che devono partecipare, in termini di spese, al pagamento dei costi per la gestione dell'archivio pubblico centrale informatizzato del sistema di prevenzione delle frodi relative al tema dell'identità personali. Questo nuovo archivio centrale di Stato, affidato a Consap, consente il riscontro dei dati contenuti nei principali documenti d'identità, riconoscimento e reddito, con quelli registrati nelle banche dati degli enti di riferimento, attualmente quelle

¹⁶ Il Sistema Informativo Integrato è stato istituito presso Acquirente Unico dalla legge n. 129 del 13 agosto 2010, con la finalità di gestire i flussi informativi relativi ai mercati dell'energia elettrica e del gas. Il Sistema è basato su una banca dati a livello nazionale dei punti di prelievo e dei dati identificativi dei clienti finali (cosiddetto Registro Centrale Ufficiale), il cui fine è quello di garantire la fluidità nello scambio dei dati tra i soggetti titolati e la loro qualità.

¹⁷ La prima ma anche unica Legge annuale per il mercato e la concorrenza.

dell’Agenzia delle Entrate, Ministero dell’Interno, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, INPS e INAIL. Questo riscontro si configura quindi come strumento di prevenzione per i “furti d’identità” sia totali che parziali. Ogni fornitore deve partecipare ai costi di mantenimento dell’archivio versando un contributo economico, *una tantum*. Una volta che si è aderito al sistema ogni interrogazione dei dati comporterà il pagamento di un costo unitario.

Nei paragrafi successivi si analizzano gli effetti della proposta di creare un’identità energetica digitale associabile a quella dello SPID (Sistema Pubblico di Identità Digitale). La proposta nasce come spunto per ricercare soluzioni di condivisione dei dati in accordo tra consumatori e operatori, per un’ottimizzazione dei processi e quindi un’auspicabile riduzione dei costi di sistema.

5.3.1. Sistema Pubblico di Identità Digitale Energetica (SPIDE)

Lo SPID è il sistema di accesso che consente di utilizzare, con un'identità digitale unica, i servizi online della Pubblica Amministrazione e dei privati accreditati. Il numero di italiani che si sta dotando di tale strumento, dopo i primi tempi di rodaggio e poca conoscenza, sta recentemente crescendo a ritmo sostenuto.

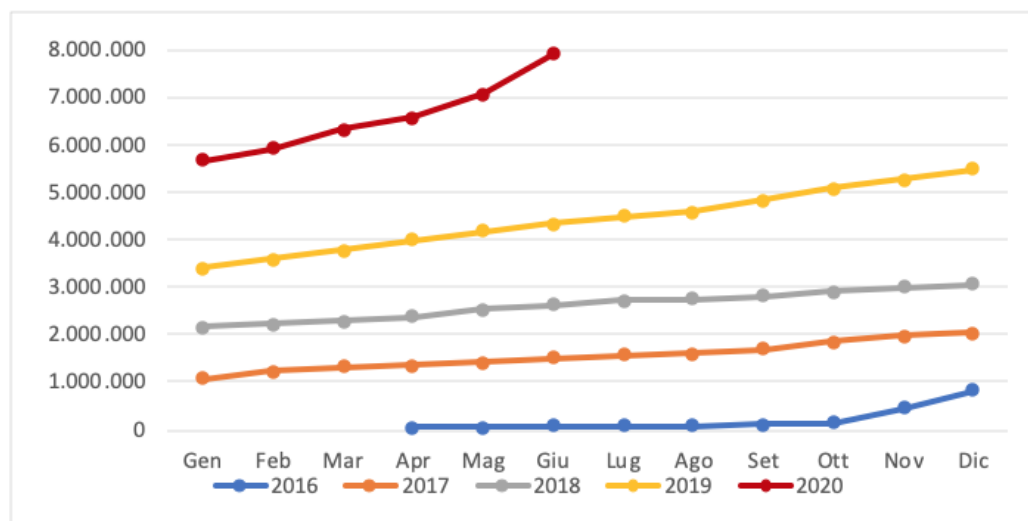


FIGURA 5.10 Diffusione dello SPID in Italia: identità erogate al 30 giugno 2020

Fonte: Agenzia per l'Italia Digitale, 2020

Dal 26 maggio al 9 giugno 2020 il numero di cittadini che si sono dotati di SPID è cresciuto di ben 297.648 unità e dal 9 al 16 giugno di 175.899, con una media giornaliera passata da più di 21 mila a oltre 25 mila, e attestatasi a quasi 27 mila nelle due ultime settimane di giugno.

I motivi o, meglio, le necessità, per dotarsi di SPID sono molteplici: dai bonus cultura per i neo diciottenni all'accesso al nido e al bonus mamma domani. Nei quattro anni e tre mesi trascorsi dal lancio la crescita è stata modesta fino al 2018, significativa nel 2019 e sostenuta quest'anno, indubbiamente anche grazie al confinamento a cui siamo stati costretti per l'emergenza sanitaria (Fig.5.10). Si ritiene che un'ulteriore spinta sia arrivata dall'atteso bonus bici (v. Capitolo 6) o dal recente Concorso Pubblica amministrazione 2020, bandito il 30 giugno, per 2.133 funzionari pubblici, che verranno dislocati in diverse amministrazioni.

È anche cresciuto il numero di accessi a servizi in rete in cui è stato utilizzato lo SPID: dai quasi 6,3 milioni di gennaio si è passati agli oltre 9,35 milioni di maggio. Nel 2019 il totale era stato di oltre 55 milioni di volte. Il numero di "cittadini digitali", se fossero mantenuti i ritmi di crescita registrati nel primo semestre 2020, potrebbe raddoppiare sfiorando i 15 milioni a metà del 2021.

Da luglio 2019 mediante lo SPID è inoltre possibile per ogni consumatore finale accedere al Portale Consumi. Sul sito istituzionale – realizzato e gestito da Acquirente Unico, sulla base delle disposizioni di ARERA e in attuazione della legge di Bilancio 2018 (legge n. 205 del 27 dicembre 2017) – i consumatori possono accedere ai dati relativi alle forniture di energia elettrica e di gas naturale di cui sono titolari, compresi i propri dati di consumo storici e le principali informazioni tecniche e contrattuali.

Abbinare il sistema SPID all'insieme dei dati presenti nel Registro Centrale Ufficiale, utilizzando come chiave primaria la titolarità dell'utenza e il Codice punto di consegna (POD¹⁸ e PDR¹⁹), consente già oggi al consumatore di poter visionare, grazie al Portale Consumi, tutte le utenze di energia elettrica e gas a lui intestate ed i relativi consumi. Il consumatore non può però utilizzare queste informazioni in fase contrattuale potendole vedere solo lui. POD, PDR, Remi²⁰, indirizzi di fornitura, tensione, consumo annuo, potenza impegnata, tutte informazioni che devono essere ricompilate in fase di sottoscrizione di un nuovo contratto.

¹⁸ *Point of Delivery*, conosciuto anche come punto di prelievo, è il codice identificativo unico dell'utenza. Viene richiesto per effettuare tutte le operazioni sul contatore dell'energia elettrica, come la prima attivazione, il subentro, la voltura o la disattivazione.

¹⁹ Punto di Riconsegna è il codice numerico nazionale di 14 cifre che identifica univocamente il punto fisico in cui il gas naturale viene consegnato al cliente finale.

²⁰ Codice REMI (o Punto di Consegna) identifica con una sequenza univoca di numeri e lettere che identifica il punto, la cabina di Regolazione e Misura, in cui il gas viene consegnato alla società di distribuzione da parte della società di trasporto.

Oltre al consumo, la banca dati di Acquirente Unico potrebbe rendere disponibili al consumatore, sia che si tratti un cliente finale domestico che negli altri casi, vari dati e informazioni, tra cui i seguenti, potenzialmente abbinabili al punto di consegna univoco e alla persona fisica titolare dell'utenza:

- Residenza anagrafica per consumatori domestici;
- Zona Climatica (per entità Bonus gas);
- Codice Fiscale e Partita IVA;
- Indirizzi di fornitura;
- Storico dei consumi in kW, kWh, kVarh; smc ed eventualmente capacità gas giornaliera;
- Titolo abitativo;
- Potenza media annua assorbita (PMA);
- Codice ATECO;
- Tipologia di contatore (orario, trattamento per fasce, monorario);
- Eventuale presenza di morosità pregressa (Cmor e sospensioni effettuate);
- Codice offerta sottoscritta e spesa energetica (utilizzando dati portale offerte);
- ISEE;
- Bonus sociale (parametrato numero componenti famiglia);
- Cliente Energivoro e tipologia cluster;
- Cliente con impianto di autoproduzione di energia (incrocio con banca dati Gaudi);
- Reddito di cittadinanza;
- Potenzialmente anche entità incasso delle precedenti fatture;
- Titolarità Carta acquisti.

Di fatto l'Acquirente Unico potrebbe creare un'Identità Digitale Energetica consultabile con lo SPID (di seguito SPIDE), con un potenziale enorme di utilizzo. Come è noto, i dati di consumo sono di "interesse" del cliente finale e sono, legittimamente, nella disponibilità dei seguenti soggetti: il distributore, che ha la responsabilità dell'attività di misura e svolge l'attività di rilevazione delle letture secondo la frequenza minima stabilita dalla regolazione dell'ARERA; il Sistema Informativo Integrato, che acquisisce i dati di misura validati dal distributore e ne notifica la disponibilità ai venditori; il venditore, che necessita dei dati di misura ai fini della fatturazione nel rapporto con il cliente finale.

Un ingente volume di dati che è già in parte disponibile per il venditore dal momento in cui il cliente stipula il contratto. In realtà l'accesso a questi dati non è immediato. Per fare un esempio, il venditore saprà se il cliente con cui ha sottoscritto un contratto è moroso solamente il giorno 10 del mese²¹ e potrà revocare l'acquisizione con tempi molto stretti. Per il cliente finale con più forniture a lui intestate (es: due abitazioni e quindi due contatori luce e due gas) l'attività di compilazione del contratto in fase di *switching* potrebbe costituire un deterrente.

Un esempio di semplificazione per il tramite della condivisione dei dati è quello relativo al processo di acquisto di energia nell'ambito della piattaforma Consip riservata alle Pubbliche Amministrazioni. Nel caso di grandi Comuni con anagrafiche costituite da più di 1000 punti di

consegna è necessario compilare manualmente una sfilza di dati ogni qual volta si deve rinnovare la convenzione presso il portale Acquisti in Rete della Pubblica Amministrazione (Mepa) gestito da Consip. In questa fase, tra l'altro, può capitare anche di perdere il diritto ad agevolazioni come l'aliquota IVA al 10% per i punti di prelievo associati al consumo da parte delle scuole pubbliche.

L'idea di fondo dell'utilizzo di un'identità digitale per cliente, che sinteticamente prende il nome di SPIDE, si basa sulla possibilità per il consumatore di autorizzare il fornitore

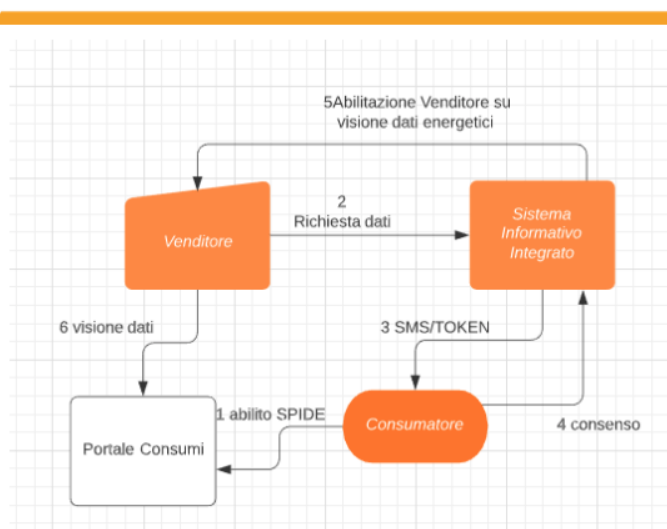


FIGURA 5.11: SCHEMA DEI FLUSSI DI UTILIZZO DELLO SPIDE

Fonte: Elaborazione Servizi per Utente

di energia elettrica o, come vedremo, il fornitore di un servizio di efficienza energetica, ad accedere per suo conto al Registro Centrale Ufficiale.

L'utilizzo dello SPIDE prevede, come dai flussi rappresentati in figura 5.11, che dopo aver ricevuto una richiesta d'accesso ai dati da parte del venditore, Acquirente Unico invii un sms al titolare dell'utenza/utenze, il quale verrà informato che la società X ha chiesto di accedere ai suoi dati energetici. Se è in atto un processo di acquisizione e il cliente ne è consapevole potrà quindi

²¹ Si fa riferimento al giorno 10 del mese precedente all'attivazione (*switching*) del cliente finale.

autorizzare il venditore X a visionare i suoi dati, al fine di avere un'offerta parametrizzata in base al numero di utenze e al profilo.

L'abilitazione del servizio SPIDE avviene appunto con l'accesso del consumatore domestico in un apposito portale dell'Acquirente Unico (accesso con SPID). Si può ipotizzare al riguardo un potenziamento dell'attuale Portale dei Consumi. Per i titolari di attività imprenditoriali l'accesso può essere effettuato analogamente tramite Carta Nazionale dei Servizi. In tal caso andrebbe esteso l'utilizzo del portale Consumi alle imprese e in particolar modo alla Pubblica Amministrazione.

L'ipotesi alla base del servizio è quella di un Cliente virtuoso consapevole che attraverso questa cessione-condivisione di dati potrebbe ricevere un'offerta più conveniente dal fornitore in virtù del fatto che quest'ultimo riceve una serie di informazioni che consentono di inquadrare meglio il rischio associato all'acquisizione del cliente.

Alla base della proposta si presuppone un intervento governativo nella direzione di ridurre il digital divide italiano in particolar modo nel Sud e nell'Isole, consentendo l'accesso e l'uso delle più innovative tecnologie ad una parte sempre più estesa della popolazione. In questa direzione anche iniziative in ambito associativo (sportelli consumatore territoriali) potrebbero essere d'aiuto.

5.3.2. *Morosità, contratti e socializzazione*

Il settore energetico si caratterizza per l'utilizzo di diversi strumenti che ruotano intorno alla copertura di inadempienze che si originano lungo la filiera sinteticamente denominate "morosità". Tra questi strumenti figurano innanzitutto i fenomeni dei prelievi fraudolenti ad opera di clienti finali disonesti o il calcolo dell'*unpaid ratio* (tasso di mancato incasso delle fatture trascorsi 24 mesi dalla loro emissione), utilizzato per determinare componenti tariffarie per rimborsare gli esercenti la tutela che offrono un servizio in qualità di soggetti obbligati. Esistono poi tanti altri tipi di inadempienze come quelle legate ai contenziosi – e in questo caso l'utente finale ritiene corretto non pagare la bolletta – o i casi in cui vi è un furto d'identità.

La morosità del settore energetico, a maggior ragione dopo un periodo di crisi della nostra economia come quello attuale, aggravato dalle conseguenze della pandemia di SARS-CoV-2, ha impatti spesso non controllabili e va a penalizzare l'utente buon pagatore senza che lui possa agire. La morosità si riflette anche sulla stessa povertà energetica acuendone la gravità. Basti pensare ai prelievi fraudolenti e alla morosità inclusa in alcuni corrispettivi, che viene di fatto ribaltata su tutti

i consumatori compresi quelli in disagio economico e sociale, i quali dovrebbero invece non concorrere alla socializzazione di un costo di sistema.

Se prendiamo, ad esempio, il mercato delle assicurazioni, in particolare le polizze RCA (Responsabilità Civile Auto) sappiamo che i clienti con meno sinistri hanno una classe migliore che consente loro di pagare meno rispetto a chi ha una classe inferiore. Tra i parametri più richiesti dal punto di vista del venditore la morosità pregressa del cliente potrà essere sicuramente utilizzata per una valutazione o giudizio creditizio sul cliente. Prima di proporre la sottoscrizione di un contratto sarebbe possibile capire se sul cliente pende un indennizzo per recupero di un credito (Corrispettivo CMOR) ed eventualmente attivare un messaggio informativo rivolto al consumatore e finalizzato a una sua maggiore consapevolezza. Il Portale dei Consumi potrebbe fungere anche da cruscotto operativo per i Clienti al fine di indirizzare loro messaggi e informazioni inerenti i contratti di approvvigionamento energetico a loro intestati.

Attraverso lo SPIDE si potrebbe automatizzare l'attribuzione del bonus sociale semplificando lo scambio di informazioni tra Acquirente Unico e l'INPS. L'adozione di meccanismi di riconoscimento automatico dei bonus sociali nazionali agli aventi diritto consentirebbe di colmare il divario tra potenziali beneficiari e i percettori effettivi dei bonus, che si attesta intorno al 30- 35% per i bonus energetici (Segnalazione 25 giugno 2019, 280/2019/I/com)

Lo scambio di informazioni tra database dell'INPS e Acquirente Unico e l'abbinamento con il codice SPIDE consentirebbe di trasmettere già in sede contrattuale e di prima acquisizione del cliente l'informazione del Bonus, innovandone il processo di erogazione, che oggi avviene mediante l'applicazione di una componente tariffaria compensativa *una tantum* (espressa in euro), a decurtazione, fino al limite massimo, della quota variabile della tariffa.

Oltre a essere automatizzato (in attuazione del decreto-legge 26 ottobre 2019, n. 124), il processo di erogazione del bonus potrebbe essere gestito in modo più efficiente e il venditore acquisirebbe più velocemente le informazioni necessarie per la gestione del proprio cliente.

5.3.3. SPIDE ed efficienza energetica

L'identità energetica digitale potrebbe avere implicazioni anche nell'ambito della promozione dell'efficienza energetica, con un ventaglio di possibili utilizzi. Si pensi, ad esempio ai bonus fiscali introdotti per riqualificare l'edilizia dal punto di vista energetico.

La Pubblica Amministrazione potrebbe misurare, per soli fini di contabilità e rendicontazione nei confronti dell'Unione europea (come previsto nell'ambito del PAEE 2017²²), gli effetti lato consumo di energia elettrica o di gas naturale a seguito dell'installazione di un nuovo infisso oppure potrebbe, nell'ambito del Conto Termico, associare i punti di consegna che hanno effettuato un intervento di efficientamento. La presenza delle misure storiche consentirebbe di avere confronti sul consumo pre-intervento e post-intervento e della relativa efficacia. L'analisi dei dati nel tempo, ipotizzando di avere aggregati per tipologia di attività (ATECO), consentirebbe di selezionare gli interventi più meritevoli d'incentivo.

Il risparmio e l'efficienza energetica sono inoltre senza dubbio ambiti in cui nuovi servizi e benefici sistemici potranno gradualmente svilupparsi, anche in ragione dell'ormai generalizzata diffusione dei contatori di seconda generazione (2G) per l'energia elettrica e degli *smart meter* per il gas naturale. Notevoli potranno essere le possibilità in materia di *energy footprint* (v. D.Lgs. 102/2014) e di *demand response* date dalla disponibilità di dati e informazioni di consumo per il consumatore finale nonché, su autorizzazione di quest'ultimo, per soggetti terzi. Soggetti che, pur non venditori, offrono servizi per ottimizzare i consumi e grazie alla possibilità di accedere direttamente ai dati ospitati dal SII, previa autorizzazione del consumatore finale, ridurrebbero l'attuale necessità di installare propri apparecchi di (*sub*)*metering* nelle abitazioni o negli esercizi commerciali.

5.4. CONSIDERAZIONI FINALI

La rivoluzione digitale è destinata a coinvolgere anche il settore energetico che nei prossimi anni dovrebbe subire una profonda trasformazione. La crescente attenzione verso le tematiche ambientali e la conseguente diffusione di piccoli impianti di autoproduzione hanno popolato il settore di un vasto numero di soggetti che assumeranno un ruolo sempre più importante all'interno di questo mercato. Tra le nuove tecnologie quella che più di tutte ha le potenzialità per impattare sul settore energetico, grazie alle sue caratteristiche tecniche, è la *blockchain*. La catena di blocchi è un sistema che permette di creare un archivio distribuito, trasparente e sicuro in grado di gestire le transazioni tra gli utenti di una rete. Queste peculiarità tecniche della "catena di blocchi" la rendono la soluzione più promettente per controllare e gestire sistemi energetici complessi e in particolare le *micro-grid*. In questo contesto la *blockchain* può infatti dare vita a un mercato peer to peer in cui gli utenti di una rete possono acquistare e vendere energia automaticamente in

²² Piano d'Azione italiano per l'Efficienza Energetica 2017, elaborato su proposta dell'ENEA ai sensi dell'articolo 17, comma 1 del D.lgs. 102/2014.

maniera autonoma, senza la necessità di un'autorità centrale a fare da intermediario. La vera rivoluzione portata da questa tecnologia consiste nell'evoluzione da un sistema monodirezionale a uno sempre più bidirezionale. L'applicazione della catena di blocchi alle transazioni energetiche permetterà ai piccoli produttori di energia di diventare parte attiva della rete. Grazie all'utilizzo di dispositivi intelligenti, in grado di monitorare il costo dell'energia in tempo reale, i consumatori interagiscono in maniera più attiva e consapevole nel mercato elettrico. In questo modo gli strumenti digitali rendono possibile il c.d. "*empowerment del consumatore*", sempre più *prosumer* e che comincia ad avvertire la necessità di gestire in tempo reale il saldo tra i propri consumi e la propria cessione di energia alla rete. In prospettiva, l'automazione dei sistemi di gestione di questa crescente mole di informazioni è destinata a inglobare anche la valutazione dei comportamenti dei *prosumer* rispetto alle offerte, all'andamento del mercato dei prezzi energetici, anche a livello internazionale, e in relazione alle esigenze strutturali della rete.

Lo strumento che renderà possibile il funzionamento di questo sistema è lo *smart contract*. Questo può essere definito come un "*accordo automatizzato ed eseguibile*". Le clausole di un accordo tra due o più parti sono programmate in un codice alfanumerico che fornisce un set predefinito di istruzioni; il codice viene conservato sulla *blockchain* così come le transazioni sono conservate normalmente su altre catene di controllo. Quando si soddisfano le condizioni descritte nel codice per l'avveramento di eventi interni o esterni, vengono automaticamente innescate specifiche azioni anche esse definite nel codice. A differenza dei contratti tradizionali, gli *smart contract* non contemplano la possibilità di non eseguire le prestazioni come stabilito nel contratto stesso o di rendersi inadempienti. L'esecuzione del contratto (ad esempio il pagamento) è infatti automatizzata e la transazione è eseguita di default dal sistema. Tutto ciò si traduce senz'altro in una maggiore efficienza dei rapporti contrattuali, a discapito tuttavia della flessibilità sia nella fase di negoziazione sia nella fase di esecuzione.

In particolar modo nel settore *retail* dell'energia l'esecuzione delle istruzioni registrate nell'ambito degli *smart contract* dipende anche da circostanze esterne. È necessario, infatti, l'intervento di un elemento esterno alla *blockchain* (il cosiddetto "oracolo") che costituisce un collegamento tra la catena e il mondo reale e permette la verifica del soddisfacimento delle condizioni esterne, necessarie all'attivazione del meccanismo "se, allora" (Cappelli, 2019).

Pertanto, anche con l'obiettivo di ridurre le variabili esterne all'esecuzione di uno *smart contract*, ma non le tutele per i consumatori, si è esplorata la possibilità di creare un'identità energetica pubblica abbinando il sistema SPID all'insieme dei dati presenti nel Registro Centrale Ufficiale del

Sistema Informativo Integrato, utilizzando come chiave primaria la titolarità dell'utenza e il Codice punto di consegna (POD e PDR).

L'ipotesi alla base della creazione di un'identità energetica del consumatore SPIDE è quella di consentire al cliente virtuoso la possibilità di condividere i propri dati energetici con la consapevolezza che attraverso tale *data-sharing* riceverebbe un'offerta personalizzata e, si spera, più conveniente dal fornitore. Ciò in virtù del fatto che quest'ultimo riceve una serie di informazioni che consentono di inquadrare meglio il rischio associato all'acquisizione del cliente senza trascurare la riduzione del costo di acquisizione del cliente in caso di *smart contract*.

Oltre al consumo storico di energia elettrica la banca dati di Acquirente Unico potrebbe rendere disponibili al consumatore, e pertanto ai fornitori abilitati da quest'ultimo, una rilevante quantità di dati e informazioni. Tra i tanti citiamo alcuni validi per il consumatore domestico come: la zona climatica (utilizzata per entità Bonus gas), il titolo abitativo, la tipologia di contatore (orario, trattamento per fasce, monorario), l'eventuale morosità pregressa (CMOR e sospensioni effettuate), l'indicatore ISEE se presente e eventuale bonus sociale, nonché la presenza di impianto di autoproduzione di energia.

L'utilizzo dello SPIDE, o di un accesso con carta nazionale dei servizi per i titolari di attività imprenditoriali, potrebbe di fatto avere anche altre finalità. Se prendiamo, ad esempio, il mercato delle assicurazioni, in particolare le polizze RCA (Responsabilità Civile Auto) sappiamo che i clienti con meno sinistri hanno una classe migliore che consente loro di pagare meno rispetto a chi ha una classe inferiore. Nel campo energetico, tra i parametri più richiesti lato-venditore sicuramente la morosità pregressa del cliente potrà essere utilizzata per una valutazione o giudizio creditizio sul cliente. Prima di proporre la sottoscrizione di un contratto, sarebbe possibile capire istantaneamente se sul cliente pende un indennizzo per recupero di un credito (Corrispettivo CMOR). O ancora, lo scambio di informazioni tra soggetti pubblici in riferimento a una chiave univoca, qual è il POD, potrebbe essere alla base dell'erogazione automatica del bonus sociale – come già prevista dal DL 124/19²³ – proprio semplificando gli scambi tra Acquirente Unico e l'INPS e consentendo di colmare il divario tra potenziali beneficiari e i percettori effettivi dei bonus che, si attesta intorno al 30- 35% per i bonus energetici (Segnalazione 25 giugno 2019, 280/2019/I/com). Infine, sviluppi interessanti potrebbero scaturire dalla costruzione di un'identità energetica in riferimento al tema dell'efficienza energetica. La Pubblica Amministrazione potrebbe dotarsi di strumenti di misurazione e controllo per valutare gli effetti delle politiche energetiche (si pensi ai

²³ Convertito con modificazioni dalla Legge 19 dicembre 2019, n. 157.

bonus per la riqualificazione energetica dell'edilizia) e semplificare anche il processo di rendicontazione dei progressi raggiunti. Lo scambio di dati tra soggetti pubblici, come Agenzia dell'Entrate, ENEA, e Acquirente Unico, consentirebbe di mappare gli effetti lato consumo di energia elettrica o di gas naturale a seguito dell'installazione di un nuovo infisso oppure potrebbe, nell'ambito del Conto Termico, associare i punti di consegna che hanno effettuato un intervento di efficientamento. La presenza delle misure storiche consentirebbe di avere confronti su consumo pre-intervento e post-intervento e della relativa efficacia, semplificando anche gli iter di presentazione delle domande per l'ottenimento di certificati bianchi. Dopo una fase di digitalizzazione del dato, si pensi agli investimenti in *smart meter*, il nuovo modello energetico dovrà convergere in un processo di condivisione del dato al fine di recuperare spazi di efficienza a beneficio del consumatore finale.

6. SEMPRE PIÙ MOBILITÀ SOSTENIBILE

6.1. INTRODUZIONE

Tanto la modalità quanto le tipologie stesse degli spostamenti – sia degli individui che delle merci, sia nelle brevi sia nelle lunghe distanze – stanno attraversando una profonda fase di cambiamento. Il *driver* principale di questa significativa trasformazione è senza dubbio rappresentato dal contenimento degli impatti sull'ambiente, con il fine di raggiungere una mobilità sempre più sostenibile e compatibile con gli ecosistemi urbani e non. Già negli ultimi decenni sono stati realizzati significativi progressi nel contenimento delle emissioni, grazie alla spinta impressa da normative sempre più stringenti e all'attenzione mostrata dai consumatori. Minori emissioni, infatti, equivalgono a minori consumi e quindi a minori costi. Questi ultimi rappresentano, insieme alla sicurezza attiva e passiva, una delle due principali leve competitive ampiamente utilizzate dalle case produttrici per spingere i consumatori verso (nuove) scelte di acquisto, almeno per quanto riguarda il *mass market* (Sileo, 2016).

Scelte che, come vedremo, non interessano la sola automobile o il solo trasporto privato, per quanto è sull'auto che si concentrano le maggiori aspettative, create da innovazioni dai potenziali notevoli, a detta di alcuni addirittura immensi (Frost & Sullivan, 2016). Come nel caso della guida autonoma e delle auto intelligenti, che potrebbero stimolare l'innovazione e la crescita del settore auto, ma anche generare cambiamenti importanti nella società tutta. Si pensi, ad esempio, alle crescenti possibilità di poter svolgere dalla propria abitazione il proprio lavoro (v. Capitolo 7); ma anche alla possibilità che alcune innovazioni potranno mettere a rischio l'esistenza di professioni sia nel trasporto delle persone che delle cose (Choudary, Parker, Van Alstyne, 2016).

Innovazioni che non riguardano i soli mezzi di trasporto, ma anche l'infrastruttura su si muoveranno, da qui la crescente attenzione verso i nuovi standard per le telecomunicazioni (v. 5G), i nuovi carburanti – anche liquidi, privati della CO₂ grazie l'abbondanza di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (gli *E-Fuel*) – nonché alla crescente bio-evoluzione dei combustibili attuali.

Anche piccoli veicoli su strada già da svariati decenni si rinnovano – dalle biciclette ai monopattini – con l'aiuto dell'energia elettrica, stanno diventando sempre meno muscolari, rimandando fatica e sudore agli anni che furono, e condivisi.

Anche la mobilità, tuttavia, è stata contagiata dalla pandemia determinata dal dilagare del nuovo coronavirus (SARS-CoV-2), e oggi è difficile dire se l'impattato sulle innovazioni riguardanti gli spostamenti di persone e merci sarà negativo, positivo, anticipante o ritardante o anche, almeno per alcune, pressoché neutro.

6.2. LA SOSTENIBILITÀ È DI REGOLA

In Europa, fin dai primi anni settanta del secolo scorso (Direttiva 70/220/CEE), si è lavorato per costruire un articolato e condiviso quadro di norme e regole, tanto per le automobili quanto per i veicoli commerciali e industriali, che nel tempo è diventato sempre più severo, prevenendo impegni sempre più stringenti per la riduzione sia delle emissioni di CO₂ che degli agenti inquinanti (ossidi di azoto, particolati, idrocarburi incombusti) ma anche dell'inquinamento acustico.

Un impegno senza soluzione di continuità che tuttavia si è scontrato con l'annosa questione della rilevazione di consumi e quindi emissioni degli autoveicoli in maniera per quanto più possibile vicina alle condizioni reali. Tuttavia, il complesso passaggio dalla procedura di omologazione NEDC (*New European Driving Cycle*), il cui ultimo aggiornamento risale al 1997, alla procedura WLTP (*Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure*) per le automobili e i veicoli commerciali rappresenta un passo in avanti sicuramente significativo.

La procedura WLTP, obbligatoria per tutti gli Stati membri dell'Unione, ha progressivamente sostituito quella NEDC. Per le autovetture e i piccoli veicoli commerciali leggeri, la nuova procedura WLTP, come accennato, è stata applicata ai nuovi modelli omologati a partire dal 1° settembre 2017 e a tutte le immatricolazioni a partire dal 1° settembre 2018. Per i veicoli commerciali leggeri più grandi, la nuova procedura è stata invece applicata ai nuovi modelli omologati a partire dal 1° settembre 2018 e a tutte le immatricolazioni a partire dal 1° settembre 2019.

Fino alla fine del 2020 entrambi i valori di consumi ed emissioni di CO₂ WLTP e NEDC saranno presenti nei documenti del veicolo. I valori NEDC saranno utilizzati per valutare le emissioni medie delle autovetture e dei Veicoli Commerciali Leggeri immatricolati nella UE fino a tutto il 2020. Inoltre, alcuni Paesi potrebbero continuare ad utilizzare tali dati ai fini del calcolo delle tassazioni sui veicoli. Dal 2021, i dati WLTP saranno gli unici valori di consumo ed emissioni CO₂ per tutti i veicoli (Innov-E, 2019).

Certamente la procedura di prova WLTP, elaborata su dati di marcia reali acquisiti empiricamente su percorsi in Asia, Europa e USA, è più rappresentativa delle condizioni di guida rispetto alla procedura NEDC ma non può prendere in considerazione specificamente tutti i casi possibili e gli stili di guida di ogni singolo guidatore.

Rimarrà quindi ancora una discrepanza tra le emissioni e i consumi rilevati in laboratorio e quelli derivanti dall'utilizzo del veicolo nel mondo reale. Ciò dipenderà da fattori come il comportamento alla guida, il traffico, le condizioni meteorologiche e l'uso di sistemi di bordo (come il climatizzatore o del riscaldamento per le vetture elettriche).

Solo un test di laboratorio standardizzato permette pertanto di ottenere valori con cui sia possibile confrontare, a parità di condizioni, veicoli e modelli differenti.

Alla prova in laboratorio in WLTP, con le stesse tempistiche e con il passaggio dagli standard Euro 6d temp a Euro 6D²⁴, si affianca la prova RDE (*Real Driving Emissions*) volta a verificare che i veicoli mantengano basse emissioni anche nelle effettive condizioni di guida su strada. Il test RDE non sostituisce la prova di laboratorio WLTP ma la integra. Gli autoveicoli che effettuano il test sono dotati di sistemi di misurazione portatili (PEMS) che forniscono un monitoraggio completo dei principali inquinanti emessi, misurando i livelli di particelle di ossidi di azoto (NOx) emessi.

I limiti da non superare sono definiti come quelli previsti nella prova di laboratorio (WLTP) moltiplicati per i fattori di conformità; questi ultimi tengono conto del margine di errore della strumentazione che non misura lo stesso livello di accuratezza e ripetibilità di quella utilizzata nella prova in laboratorio.

In particolare per gli NOx con il passaggio da 6d temp a Euro 6D la differenza tra le emissioni misurate nel ciclo in laboratorio (limite per i NOx 60 mg/km per i benzina e 80 mg/km per i diesel) e in quello su strada è passata dal 110% (limite per i NOx 126 mg/km per i benzina e 168 mg/km per i diesel) al 50% (limite per i NOx 90 mg/km per i benzina e 120 mg/km per i diesel). Valori limite che, almeno per le vetture diesel, non sono certo apparsi di facile portata, tuttavia già nel corso del 2019 diversi modelli dotati del dispositivo di riduzione selettiva catalitica (SCR) con l'utilizzo come additivo dell'urea (nome commerciale AdBlue) hanno dimostrato di restare ben al di sotto degli 80 mg/km²⁵. Tali dispositivi, anche se con prezzi di acquisto e installazione elevati, ben si prestano ad operazioni di *retrofitting* su autovetture Euro 5 così da portarle ai più elevati standard Euro 6.

6.3. UN PERCORSO GIÀ TRACCIATO

Ci troviamo in un contesto che spinge ineluttabilmente l'eco-innovazione in tutti i veicoli con qualsivoglia alimentazione, come dimostra il Regolamento (UE) 2019/631, che definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni di CO₂ di autovetture e veicoli commerciali leggeri nuovi.

Il provvedimento – per quanto tecnico e complesso – mira a fornire un percorso chiaro per la riduzione delle emissioni di biossido di carbonio generate dal settore dei trasporti stradali

²⁴ Da gennaio 2020 le nuove omologazioni e da gennaio per tutte le immatricolazioni.

²⁵ In test condotti da soggetti terzi e testate specializzate, oltre ad alcune vetture che si sono attestati su valori record prossimi allo zero, anche vetture con oltre 100 mila km si sono attestate al di sotto dei 30 mg/km in condizioni reali.

contribuendo a conseguire l'obiettivo vincolante del -40% in tutti i settori economici entro il 2030, rispetto al 1990, rispettando così l'accordo di Parigi.

Per far ciò – si legge nei considerata – è necessario accelerare la trasformazione dell'intero settore dei trasporti verso il livello zero di emissioni nette entro il 2050, accompagnandola a trasformazioni economiche e sociali con la partecipazione di tutti i settori. Inevitabile, quindi, che le emissioni dei veicoli con motori a combustione interna debbano essere ulteriormente ridotte nel periodo successivo al 2020, e occorrerà che i veicoli a zero e a basse emissioni siano diffusi e abbiano conquistato una significativa quota di mercato entro il 2030. Dopo tale data saranno comunque necessarie ulteriori riduzioni delle emissioni per le autovetture e i veicoli commerciali leggeri.

Con questa visione e lungo dei binari che, in verità, erano già stati posati con i regolamenti CE 443/2009 e UE 510/2011, sono stati fissati degli obiettivi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica del 37,5% per le automobili e del 31% per i veicoli commerciali leggeri rispetto ai valori obiettivo che dovranno essere raggiunti nel 2021, mentre al 1° gennaio 2025 la riduzione tanto per le auto quanto per i furgoni dovrà essere del 15% rispetto al 2021.

Nel computo delle emissioni medie di biossido di carbonio sono previsti dei "supercrediti" e la possibilità di costituire dei raggruppamenti. Ogni nuova autovettura con emissioni specifiche inferiori a 50 g CO₂/km otterrà appunto dei "supercrediti", verrà cioè conteggiata come 2 autovetture nel 2020, 1,67 autovetture nel 2021, 1,33 autovetture nel 2022 e 1 autovettura dal 2023, ultimo anno in cui si applicherà il coefficiente moltiplicativo. I costruttori che non beneficiano di deroghe²⁶ possono e potranno costituire dei un raggruppamento al fine di adempiere agli obblighi fissati.

Oggi le autovetture che sono al di sotto della soglia dei 50 g CO₂/km hanno tutte uno o più motori elettrici, questo però non vuol dire che si tratti di auto (totalmente) elettriche, che utilizzino cioè solo energia elettrica per muoversi. Oltre alle auto elettriche ci sono le ibride ricaricabili o *plug-in* che a un motore a combustione interna alimentato a benzina oppure a gasolio abbinano un motore elettrico o, ancora, le auto alimentate a idrogeno, che al posto dell'energia elettrica accumulata nelle batterie elettrochimiche utilizzano quella prodotta da una cella a combustibile. Ci sarebbero e ci potranno essere, infine, anche auto elettriche ad autonomia estesa, in cui un motore a combustione interna ricarica soltanto le batterie, ma non dà alcuna spinta alla vettura.

Come per i regolamenti precedenti, le emissioni sono calcolate in grammi di CO₂ per chilometro percorso, che poi sono solo un altro modo per esprimere i litri di carburante consumati: più si

²⁶ Possono richiedere la deroga i produttori con immatricolazioni nell'Unione inferiori a 10.000 autovetture nuove o 22.000 di veicoli commerciali leggeri nuovi per annocivile.

consumano carburanti fossili più anidrite carbonica si emette. I costruttori continueranno inevitabilmente a lavorare per incrementare l'efficienza e le performance ambientali di auto e furgoni con tutti i tipi di motorizzazione. In caso di sfioramento degli obiettivi, le case automobilistiche pagheranno, una sanzione di 95 euro per grammo di CO₂ in eccesso per numero di autovetture immatricolate (Sileo, 2019).

Essendo il tema molto tecnico e ampio, ci limiteremo a concentrare l'attenzione su punto specifico. Il Regolamento sicuramente resta fedele al principio della neutralità tecnologica: gli obiettivi di riduzione delle emissioni possono essere conseguiti con qualsiasi mezzo, o meglio con qualsiasi motorizzazione. Nel calcolo, infatti, si tiene conto della massa media delle autovetture o dei veicoli commercializzati nell'anno di riferimento. La finalità è di non sfavorire i mezzi più grandi e dunque inevitabilmente pesanti. Tale approccio penalizza però tanto l'utilizzo di materiali più leggeri, che certamente contribuiscono e non poco a ridurre consumi ed emissioni, quanto le vetture piccole, leggere ed efficienti. Per esempio, nel calcolo per il 2020, una vettura compatta come la Lexus CT che, grazie al *powertrain* ibrido contiene le emissioni a 97 g CO₂/km, è in linea con la soglia ammessa per questo modello (97 e non 95, in virtù del peso di 1.445 kg). City car come Citroën C1 o Peugeot 108, pur fermandosi a solo 80 g/km, sfiorano invece di 5 grammi il loro target (fissato a 80 per via della massa di soli 915 kg). Ciò comporta una sanzione teorica di 475 euro per ogni autovettura venduta nell'Unione europea (Boni, 2019). La sanzione va considerata teorica perché comminata sulla media generale dell'immatricolato. I costruttori, infatti, potranno compensare con vetture con emissioni molto basse, a oggi appunto ottenibili solo da auto che utilizzano energia elettrica convenzionalmente considerata a emissioni zero di CO₂, a prescindere dal mix di generazione con cui è stata prodotta. Ciò non avviene per gli altri carburanti, dove ad oggi non è contabilizzata la componente bio o anche, nel prossimo futuro, la CO₂ che verrà evitata, proprio grazie all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, come nel caso degli *e-fuel* (v. *infra*).

È molto probabile che nei prossimi anni si dibatterà sulla possibilità di considerare la parte bio dei carburanti convenzionali nel calcolo degli obiettivi del nuovo Regolamento. Tanto più se aumenteranno le pratiche virtuose, come l'utilizzo del biometano nei trasporti stradali, come nel caso italiano (Innov-E, 2018).

Già oggi, del resto, su richiesta di un produttore o di un'azienda della componentistica, si potrà tener conto della riduzione delle emissioni di CO₂, per un massimo di 7 g/km, ottenuta grazie all'adozione di una o più tecnologie innovative, di cui non si può direttamente misurare l'effetto in fase di omologazione. Gli esempi sono numerosi: da i proiettori a Led, che riducono il consumo di energia elettrica e quindi quello di combustibile, agli alternatori "intelligenti", che concentrano la

ricarica della batteria nei rallentamenti, limitando l'assorbimento di potenza dal propulsore o, ancora, al veleggio, che mette in folle la trasmissione automatica per far avanzare in rilascio la vettura senza freno motore (Boni, 2019).

6.4. IL 2020: DALL'ANNO DEL CONTATTO ALL'ANNO DEL CONTAGIO

Come abbiamo visto il contesto non solo europeo, si pensi al caso cinese, è senz'altro favorevole all'affermazione di soluzioni innovative volte a conseguire nuovi traguardi ecologici, tanto più in quei Paesi dove il mercato è storicamente orientato all'acquisto di autoveicoli di massa, prezzo e ingombri maggiori.

Non avendo a disposizione dati di vendita non contagiati dalla pandemia del nuovo coronavirus Sars-CoV-2 e con il quadro ancora incompleto delle misure di incentivazione previste in molti Paesi per stimolare la domanda e le vetture più sostenibili, ci piace ricordare, e non solo per passione e orgoglio italiano, come l'eco-innovazione riguardi l'altissima gamma.

Ad esempio, nel 2019 la Ferrari, per prima volta nella sua storia, ha superato le 10 mila auto vendute globalmente, ancorché nella sola Unione europea. Tale cifra è anche la soglia per poter chiedere la deroga dagli obiettivi fissati dal Regolamento (UE) 2019/631. Proprio alla chiusura del presente rapporto arriva in listino la SF90 Stradale, che con i suoi tre motori elettrici può muoversi per 25 km in un incredibile silenzio, pur senza rinunciare al più potente otto cilindri prodotto fino ad ora. La seconda ibrida del Cavallino Rampante, la prima *plug-in*, è in grado di non superare i 160 g CO₂/km²⁷, un valore ragguardevole specie si tiene conto dei 195 CV/l del motore a benzina, anche se lontano dai valori record della Porsche 918 Spyder²⁸, in verità più costosa e "antesignana" della super sportiva con la spina. La berlinetta di Maranello, che, a differenza dell'*iperca* tedesca, per quanto esclusiva non è una serie limitata, crediamo possa ugualmente rappresentare un manifesto tecnologico con ricadute a cascata sull'intera industria dell'auto italiana.

Senza soffermarci oltre, va detto che anche la produzione Lamborghini, dopo l'arrivo del SUV Urus, è significativamente cresciuta e con essa gli esperimenti elettrificanti già arrivati su strada con la speciale Sian dotata di i supercondensatori. L'aiuto elettrico in varie forme, di cui alcune anche a tutela del motore endotermico, pare proprio essere una strada obbligata da seguire già da quest'anno, viste le sanzioni che le case automobilistiche rischiano di pagare nel 2021 in base alle

²⁷ Peraltro misurati con il nuovo ciclo WLTP.

²⁸ Prodotta dal 2013 al 2015 in 918 esemplari con una batteria da 6,8 kWh, 1,1 in meno della SF90Stradale, in grado di fermarsi a 70-72 g CO₂/km anche se misurati con il vecchio ciclo di NEDC.

vendite del 2020, come da regolamenti 443/2009/CE e 333/2014/UE. Da qui la mutata offerta con l'accresciuto numero di vetture a vari livelli di elettrificazione o meglio, almeno nel medio periodo, ibridizzazione. Come avevamo facilmente previsto nelle edizioni passate del Rapporto si stanno significativamente diffondendo, sia nell'offerta che nelle vendite, le ibride leggere (o *mild hybrid*)²⁹, sia per le vetture a benzina sia, e ancor di più, per quelle a gasolio, ma l'Italia sarà interessata a breve, prima che altrove, anche dalle vetture a GPL e a gas naturale.

Questo, insieme all'arrivo delle ibride ricaricabili (*plug-in*), spiega il significativo aumento nell'offerta di autoibride. Lo testimoniano anche i listini destinati all'Italia (maggior mercato europeo delle vetture alimentate a GPL e metano), dove l'offerta di vetture ibride (*mild hybrid, full hybrid e plug-in*) è in testa alle cosiddette alimentazioni alternative. (Fig. 6.1)

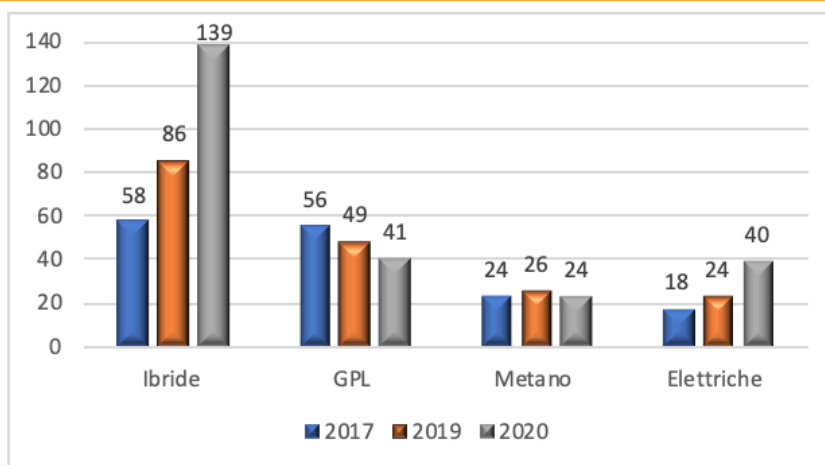


FIGURA 6.1 Offerta modelli auto "alternativi" in Italia: giugno 2017, giugno 2019 e giugno 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati EPO

L'offerta di vetture con soltanto un motore a benzina o gasolio resta, a eccezione che per le ibride nella motorizzazione, su un altro ordine di grandezza: nel 2020 rispetto giugno 2017 e 2019, si è passati da 412 e 398 a 372 modelli per le vetture a benzina e da 317 e 283 a 259 per quelle a gasolio. Tali dati devono però far pensare più a un'evoluzione che a una sostituzione, come dimostra il caso dell'ibrido diesel, peraltro molto apprezzato nelle vendite. A proposito di queste ultime i dati del

²⁹ L'ibridazione leggera, pur non permettendo di coprire neanche un metro con la spinta elettrica, dà un aiuto al motore endotermico e permette omologare l'auto come ibrida a tutti gli effetti (con tutti i vantaggi che ne conseguono).

primo semestre 2020, caratterizzato dal crollo determinato innanzitutto dal periodo di confinamento obbligatorio, non permettono considerazioni analitiche e tantomeno prospettive, tuttavia crediamo che non vada trascurata né l'affezione degli automobilisti italiani a GPL e metano né la circostanza che l'automobile alternativa più venduta è alimentata o benzina o gasolio con tutti i vantaggi e le comodità di rifornimento che ciò comporta. A giugno 2020, nonostante la performance ragguardevole, +315% (+660% le diesel), le ibride con la spina hanno totalizzato l'1,2% delle nuove immatricolazioni, contro il 12% delle non ricaricabili.

6.5. IL GNL CONTINUA A CORRERE

Nelle precedenti edizioni del Rapporto avevamo evidenziato che alimentare i veicoli industriali con il GNL presentasse le caratteristiche per un'innovazione di rapido e significativo successo. Dopo la presentazione nel 2013 del pacchetto UE sui carburanti alternativi³⁰, all'iniziale momento di freddezza seguì, infatti, un fiorire di iniziative nel settore: dall'installazione dei primi impianti di GNL a uso industriale, all'attivazione di impianti per importare il GNL via autobotte, principalmente dalla Spagna e dalla Francia (I-Com, 2017).

Un interesse giustificato dal fatto che l'uso del GNL nel trasporto pesante su strada e nel trasporto marittimo può ridurre le emissioni di diversi inquinanti, andando incontro alle sempre più stringenti normative europee e nazionali (Appolloni, 2017).

Un'affermazione data dalle caratteristiche intrinseche di questo nuovo carburante: elevata densità energetica, facilità e sicurezza di movimentazione e di uso finale, nonché ampia disponibilità. Queste proprietà che, come noto, rappresentano proprio i caratteristici punti di forza dei prodotti petroliferi.

Infatti, il passaggio da stato gassoso a stato liquido tramite raffreddamento e condensazione riduce il volume specifico del gas naturale di circa 600 volte, permettendo di immagazzinare una grande quantità di energia in poco spazio. Tala caratteristica, oltre a facilitare il trasporto su gomma, è anche la ragione dell'utilizzo nei veicoli industriali, dotati appunto di appositi serbatoi criogenici.

In Italia l'uso del GNL ha potuto poi beneficiare di un contesto indubbiamente favorevole rappresentato dalla consolidata e pluridecennale tradizione industriale del metano per

³⁰ Il pacchetto conteneva tra l'altro un Piano d'azione per lo sviluppo della propulsione a GNL nel settore della navigazione e una serie di indicazioni per lo sviluppo di una rete stradale per la distribuzione di GNL per il trasporto pesante.

autotrazione³¹, che ha permesso un buon sviluppo del mercato anche nel comparto degli autobus e dei veicoli pesanti. In quest'ultimo dopo il 1990 sono stati sviluppati e commercializzati veicoli industriali alimentati a metano compresso (GNC) nuovi di fabbrica per la raccolta e il compattamento dei rifiuti con massa a piano carico (o peso totale a terra-PTT) compresa tra le 18 e le 26 tonnellate. Nei primi anni 2000, a queste tipologie si sono affiancati veicoli per la distribuzione urbana delle merci. Si è così arrivati, nel primo decennio, alla distribuzione regionale, grazie a trattori stradali con PTT 40 t, potenze superiori ai 300 CV e autonomie intorno ai 450 km, accompagnati dai primi veicoli alimentati a GNL, con PTT di 44t e aumentato raggio d'azione. A partire dal 2016, grazie all'introduzione del doppio serbatoio e con potenze nell'ordine di 400 CV, il gap con i mezzi a gasolio è stato pressoché azzerato (Innov-E, 2019).

Oggi i trattori stradali con doppio serbatoio di GNL hanno potenze superiori ai 450 CV, una coppia massima di 2000 Nm e PTT di 50 t. Non a caso è italiano il record di percorrenza con un pieno di GNL: ben 1.728 km da Londra a Madrid, grazie all'efficienza di un Iveco Stralis NP LNG, da 460 CV con doppio serbatoio³².

Ormai un veicolo alimentato a GNL, in grado di percorrere fino a 800 km con un solo serbatoio, compete pressoché alla pari con un mezzo a gasolio, garantendo convenienza economica, abbinata a un non trascurabile ritorno di immagine, per via dei minori impatti ambientali. Questi sono apprezzati dagli acquirenti e sempre più riconosciuti dalle regolamentazioni di vari Paesi: dall'accisa pari a 0 in Belgio alla compensazione di 18,7 centesimi di euro per kg di GNL, prevista nei Paesi Bassi dal 1° gennaio 2020 al 31 dicembre 2021, all'esenzione dal pedaggio autostradale in Germania, per tutti veicoli industriali alimentati a gas naturale (CNG e GNL). Inizialmente prevista da gennaio 2019 fino a fine 2020, ma a giugno prorogata fino a tutto il 2023. Questa esenzione avrà contribuito almeno in parte all'acquisto di 1.900 veicoli industriali a gas naturale, di cui oltre 1.420 a GNL, da parte degli autotrasportatori tedeschi.

Dal 15 giugno 2020, anche sull'autostrada A35 Milano-Brescia e la tangenziale Est Esterna di Milano A58, i veicoli a GNL (e anche quelli elettrici) beneficiano di uno sconto del 30% sul pedaggio.

³¹ Basti ricordare che le funzioni di carattere pubblico (tecniche e amministrative) della Gestione Fondo Bombole Metano, che si occupa della revisione obbligatoria delle bombole per veicoli immatricolati in Italia, trovano fondamento già a partire dalla Legge 640 del 1950.

³² Un risultato particolarmente significativo (superiore di 178 km a quanto dichiarato dal costruttore) perché ottenuto, a ottobre 2018, su normali strade e autostrade aperte al traffico, con un consumo medio di 22,6 kg di metano per percorrere 100 km e un risparmio del 40% dei costi di carburante rispetto ad un analogo modello a gasolio.

Tutti validi motivi che concorrono all'incremento delle vendite, cui si aggiunge l'ampiamiento della rete che in Italia non è stata rallentata neanche dall'emergenza sanitaria causata dal COVID-19, che invece, come per le autovetture e tantissimi altri beni, ha contagiato le nuove immatricolazioni di veicoli industriali (Fig. 6.2, a destra).

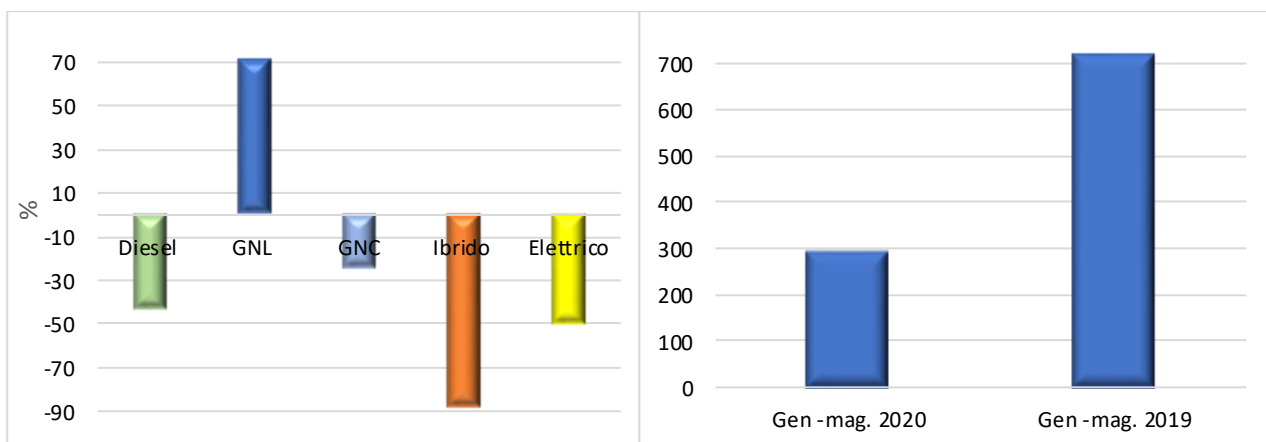


FIGURA 6.2 Occupati che lavorano abitualmente da casa (% sul totale occupati, 2019)

Fonte: Eurostat,

Va tuttavia sottolineato che nel solo mese di maggio le vendite di veicoli alimentati a GNL sono state le più rapide e le uniche a riprendersi: addirittura +71% (Fig. 6.2, a sinistra). Da segnalare che anche negli autobus con PTT superiore a 3,5 t quest'anno sono stati immatricolati 10 mezzi alimentati a GNL.

L'incremento delle vendite è stato senz'altro agevolato e, al contempo, ha impresso una spinta importante all'ampiamiento della rete di distribuzione. Tanto più che i veicoli alimentati a GNL hanno bisogno di una densità di stazioni di rifornimento molto minore rispetto a qualsivoglia autoveicolo alimentato con un carburante alternativo, sia per l'autonomia maggiore rispetto al GNC sia perché i veicoli industriali, in molti casi, si spostano lungo direttrici predefinite.

Il numero di stazioni di rifornimento, da giugno 2019 a giugno 2020 è cresciuto in maniera significativa: in Europa si è passati da oltre 200 a più di 290 impianti (fonte: NGVA); in Italia si è passati dalle 41 di inizio giugno 2019 ai 72 di fine giugno 2020 (Fig. 6.3).

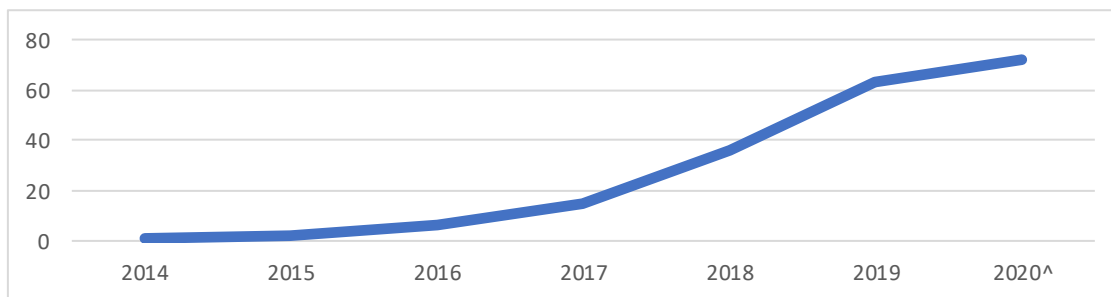


FIGURA 6.3 Impianti di rifornimento di GNL operativi in Italia a partire da gennaio 2014 a fino a giugno 2020

Fonte: Dati Staffetta Quotidiana e gestori

Da notare che l'incremento del numero di impianti nel primo semestre 2020 ha mantenuto lo stesso ritmo di crescita del primo semestre 2019: +14%. Sta altresì migliorando la distribuzione geografica, anche se la stazione di rifornimento più a Sud resta quella di Mesagne (LE), in Puglia.

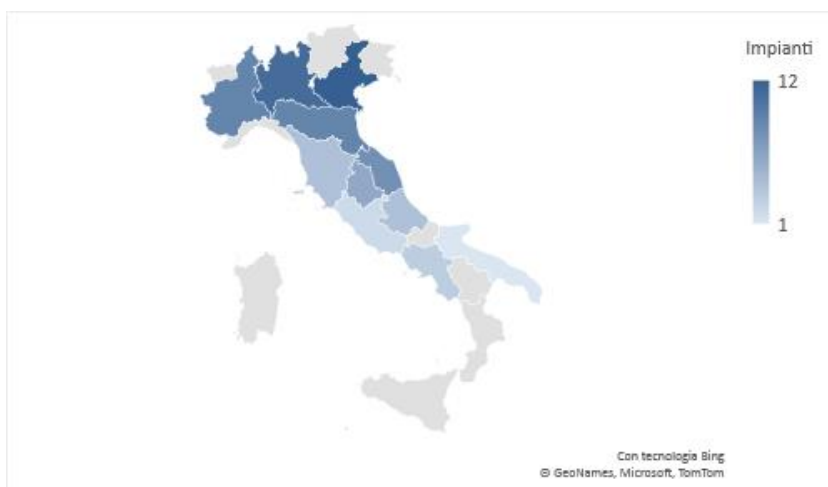


FIGURA 6.4 Diffusione impianti per l'erogazione di GNL in Italia

Fonte: Elaborazione su dati Staffetta Quotidiana aggiornati a giugno 2020

A tal proposito, è ancora irrisolto il paradosso italiano che vede il nostro Paese primo per numero di impianti ma costretto a dipendere dalle autobotti provenienti da Marsiglia o da Barcellona, tranne sparute eccezioni, come l'impianto nell'interporto di Padova, che riceve il GNL attraverso container via ferrovia da Rotterdam. Ciò comporta un maggior costo nella realizzazione di impianti nel Sud e rende il settore troppo dipendente dall'estero, come ha dimostrato la dura protesta contro la riforma delle pensioni che, tra le varie conseguenze, ha bloccato tra fine dicembre 2019 e gennaio 2020 anche i rifornimenti di Gnl via autobotte dai terminali di Fos, da dove proviene la maggior parte del gas liquefatto utilizzato nei punti vendita stradali italiani. Settimane difficili cui gli auto trasportatori hanno reagito solidamente, realizzando anche una pagina Facebook "*info metano liquido camion*", creata proprio per informare in tempo reale sulla situazione³³.

Il successo del GNL sta dimostrando che, anche realizzando un'infrastruttura di rifornimento ex novo, è possibile fare concorrenza al Diesel, che peraltro sta continuando ad evolvere nelle motorizzazioni e nell'alimentazione stessa. Un caso di studio per un nuovo vettore che pare destinato ad esordire nel prossimo decennio: l'idrogeno. Crediamo che non sia un caso che CNH Industrial, attraverso il suo segmento di veicoli commerciali IVECO, abbia acquistato più del 7% di Nikola Corporation, l'ormai ex start-up di Phoenix, in Arizona, attivissima nelle celle a combustibile per autoveicoli e realizzato una joint-venture per produrre in Europa a Ulm, in Germania, il Nikola TRE³⁴, che debutterà con alimentazione elettrica e batterie a litio³⁵, per arrivare su strada con le *fuel cell* nel 2023.

6.6. IL RITORNO DELL'IDROGENO

L'idrogeno è tornato alla ribalta nel dibattito energetico, in particolare per la decarbonizzazione del settore dei trasporti. L'idrogeno, potenzialmente a zero emissioni, opererebbe in un settore cui, a livello europeo, viene imputato il 30% della produzione di gas serra, di cui il 72% legato al trasporto stradale. Per rispondere a questo problema, l'Unione europea si è posta l'obiettivo di ridurre, entro

³³ "Il paradosso italiano del Gnl per camion" in Trasporto Europa, 24 gennaio 2020.

³⁴ Basato sulla piattaforma del nuovo IVECO S-WAY.

³⁵ Modulari e scalabili con capacità fino a 720 kWh e un motore elettrico in grado di erogare fino a 480 kW.

il 2030, le emissioni dei trasporti del 60% rispetto ai livelli del 1990³⁶. La possibilità di generare idrogeno utilizzando energia rinnovabile in eccesso e quella di trasportarlo tramite le *pipeline* di ultima generazione utilizzate per il gas naturale rende questo vettore molto attraente per tutti i Paesi dell'Unione europea e per tutti gli operatori del settore. Lo scorso 18 giugno la Commissaria europea all'Energia, Kadri Simson, ha indicato come priorità del prossimo futuro l'aumento della domanda nei consumi finali e investire nello sviluppo di elettrolizzatori con maggiore capacità. Al momento, i consumi annuali di idrogeno all'interno dell'Unione europea arrivano a circa 8 milioni di tonnellate, anche se il 95% della produzione attuale deriva da fonti fossili quali gas naturale e carbone³⁷. D'altra parte, la disponibilità dell'idrogeno "verde" è destinata ad aumentare nel tempo, soprattutto quando i costi della produzione con elettrolisi diminuiranno. Proprio alla chiusura del presente lavoro è stata presentata, l'8 luglio, la comunicazione della Commissione "*Una strategia per l'idrogeno per un'Europa neutrale dal punto di vista climatico*"³⁸ che, collocandosi appieno nel Green Deal europeo, persegue il duplice obiettivo di ampliare l'uso dell'idrogeno e al posto dei combustibili fossili e di decarbonizzarne (progressivamente) la produzione. Il documento è arrivato dopo una consultazione che ha raccolto 279 contributi, in cui sono emerse posizioni contrastanti. Il principale motivo del contendere è legato alle differenti implicazioni dell'idrogeno "verde" e di quello "blu". Il primo è prodotto per elettrolisi dall'acqua con elettricità rinnovabile, mentre il secondo si ottiene con lo *steam reforming*, che si basa sulla reazione chimica del metano presente nel gas naturale con il vapore acqueo e che si conclude con la purificazione del gas e con la cattura e sequestro del carbonio per eliminare l'anidride carbonica prodotta. In tanti – si veda il Piano Nazionale di Sviluppo per la Mobilità a Idrogeno in Italia³⁹ - sostengono che tale tipo di produzione centralizzata a basso costo potrebbe agevolare il periodo di transizione che caratterizzerà il prossimo decennio, per poi affidare tutta la nuova produzione al processo di elettrolisi dell'acqua con elettricità prodotta da fonti rinnovabili. D'altra parte, occorre ricordare che, attualmente, quest'ultima presenta costi dalle due alle cinque volte superiori rispetto allo *steam reforming*, con

³⁶ Emissioni di CO2 delle auto: i numeri e i dati. Infografica, Parlamento europeo <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20190313STO31218/emissioni-di-co2-delle-auto-i-numeri-e-i-dati-infografica>.

³⁷ *Hydrogen: a renewable energy perspective*, IRENA, 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf, pag. 9.

³⁸ A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

³⁹ Realizzato da un nutrito gruppo di *stakeholder* e pubblicato a novembre 2019 https://www.h2it.it/wp-content/uploads/2019/12/Piano-Nazionale_Mobilita-Idrogeno_integrale_2019_FINALE.pdf.

il quale viene prodotto il 48% dell'idrogeno mondiale usato nell'industria della raffinazione⁴⁰. L'idrogeno sta diventando sempre più centrale nel dibattito pubblico, anche in Italia. Non a caso occupa un posto rilevante nel PNIEC (Piano Nazionale Integrato Energia e Clima) che, tra le misure strategiche, prevede il coordinamento dei piani decennali di sviluppo della rete nazionale italiana gasdotti con i piani degli altri gestori dei sistemi di trasmissione europei, portando avanti studi sul possibile utilizzo dell'infrastruttura gas anche in miscela con idrogeno. Obiettivo del PNIEC è che, nel settore dei trasporti tra soli dieci anni, il 30% dei consumi finali lordi di energia debba essere soddisfatto da fonti di energia rinnovabile. In questo ambito, l'obiettivo italiano è che l'idrogeno contribuisca per l'1% delle FER del settore. Di questo 1%, lo 0,2% potrebbe riguardare l'uso diretto in automobili, bus e treni, mentre il restante 0,8% verrebbe immesso in rete in miscela con il gas naturale e/o ritrasformato in metano⁴¹. Per risparmiare tempo e denaro, l'idrogeno potrebbe anche essere immesso nella rete del gas naturale (secondo gli studi citati dal PNIEC, la quota oscillerebbe tra il 5% e il 15%). In ambito ferroviario, l'idrogeno è ritenuto una valida alternativa in assenza di infrastrutture elettrificate, in modo da sostituire le locomotive diesel. Per quanto riguarda l'impiego nel settore navale, il PNIEC ricorda che *“sono in corso studi e ricerche che vedono l'Italia impegnata con i principali costruttori nazionali”*, ricordando però che *“i tempi di sviluppo e l'entità degli investimenti sono elevati”*⁴². Ancora, sono allo studio possibili soluzioni integrate di distribuzione *multifuel* attraverso le *fuel cell*, ovvero dispositivi che producono energia elettrica e acqua a partire da idrogeno e ossigeno. In tal senso, sarà essenziale lavorare sul rifornimento di idrogeno nell'ambito del trasporto stradale.

Nell'ambito della mobilità, in Italia, il primo passo in avanti a livello normativo è stato compiuto con il decreto legislativo 16 dicembre 2016, n. 257⁴³, in cui l'idrogeno viene inserito tra i combustibili alternativi, come era già stato auspicato dalla direttiva 2014/94/UE⁴⁴.

Scartata l'ipotesi di bruciare l'idrogeno in un motore a combustione interna⁴⁵, i FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicles*) sono *“veicoli elettrici che utilizzano idrogeno immagazzinato in un serbatoio pressurizzato e una cella a combustibile per la produzione di energia a bordo”*, oppure *“auto ibride*

⁴⁰ Piano Nazionale per la Mobilità a Idrogeno, pp. 41-43.

⁴¹ PNIEC, https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf, pag. 61.

⁴² *Ibidem*, pag. 105.

⁴³ D. lgs. 16/12/2016, n. 257 https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2017/01/13/10/so/3/sg/pdf_pag.1.

⁴⁴ Direttiva 2014/94/UE, link <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094>

⁴⁵ Gli appassionati d'auto non hanno dimenticato le sperimentazioni BMW a partire dal 2000 fino al 2008 con le Serie 7, sia E38 sia E65.

in cui l'energia di frenata viene recuperata e accumulata in una batteria"⁴⁶. I costi di questo tipo di veicoli dovrebbero convergere con quelli delle altre tecnologie di alimentazione alla fine del decennio. A questo scopo, occorre ricordare che i veicoli a idrogeno possono essere alimentate in due modi: 1) produzione diretta presso la stazione di rifornimento; 2) produzione presso impianti centralizzati e trasporto alla stazione di rifornimento. Al momento i veicoli che utilizzano celle a combustibile presentano costi elevati, anche se il predetto decreto legislativo del 2016 prevede che ci sia una convergenza entro il 2030. Per raggiungere una soluzione ottimale, nella sezione b) del decreto si sottolinea l'importanza di fattori quali la domanda giornaliera, la modalità di stoccaggio a bordo dei veicoli (quindi per esempio il livello di pressione atmosferica che si può sopportare) e come l'idrogeno viene consegnato o prodotto in stazione.

L'idrogeno, insieme al gas naturale e all'energia elettrica, è stato inserito nel Quadro Strategico Nazionale italiano previsto dalla Direttiva 2014/94/UE per lo sviluppo del mercato dei combustibili alternativi nel settore dei trasporti e per la realizzazione della relativa infrastruttura con l'impegno di dotarsi di un numero adeguato di stazioni di distribuzione entro il 2025. A oggi, tuttavia, vi è solo un distributore italiano di idrogeno aperto al pubblico, a Bolzano.

Ciò a dispetto di quanto riportava il Quadro Strategico Nazionale, delineato alla fine del 2016: *"sarà fondamentale garantire snellezza nelle pratiche autorizzative, evitando che tempi burocratici lunghi possano scoraggiare gli operatori del settore e rallentare la transizione verso una mobilità sostenibile"*⁴⁷ Ben diversa la situazione nel resto d'Europa, dove, Germania in testa, le stazioni di distribuzione di idrogeno sono già presenti (Fig. 6.5).

⁴⁶ Piano Nazionale per la Mobilità a Idrogeno <https://www.h2it.it/wp-content/uploads/2019/12/Piano-Nazionale-Mobilita-Idrogeno-integrale-2019-FINALE.pdf>, pag. 25.

⁴⁷ D. lgs. 16/12/2016, n. 257, link <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2017/01/13/10/so/3/sg/pdf>, pag. 46.

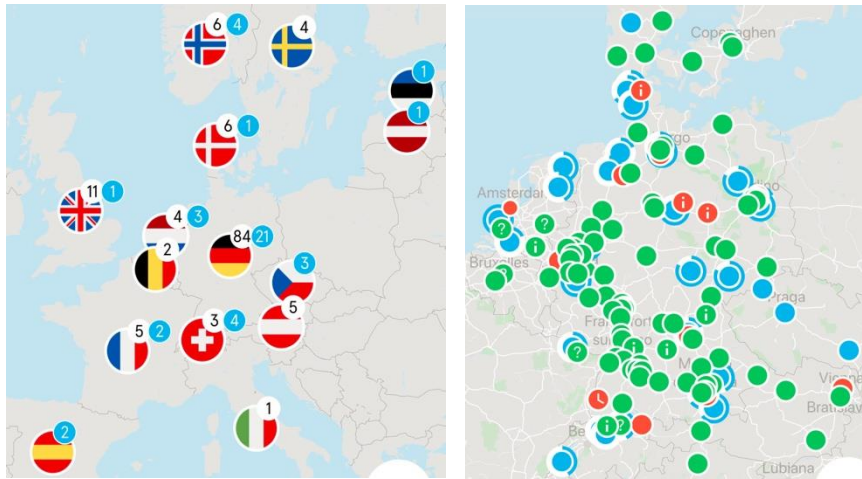


FIGURA 6.5 Impianti per l'erogazione di idrogeno in Europa, in azzurro in costruzione, in rosso non attivi

Fonte: h2.live, consultata giugno 2020

Negli ultimi anni, diverse case automobilistiche hanno integrato la tecnologia delle celle a combustibile a idrogeno nei loro piani strategici, come dimostrato dall'annuncio da parte di un consorzio europeo di voler costruire 600 autobus a idrogeno entro il 2023.

In conclusione, appare evidente che lo sviluppo della mobilità a idrogeno dipenderà da numerosi fattori, per i quali potrebbero prodursi livelli di competitività estremamente differenziati nel panorama internazionale. Per evitarlo sarà importante costruire un'armonizzazione delle regole tecniche e non, almeno per quanto riguarda il perimetro dell'Unione europea. Dati e proiezioni fanno pensare che nei prossimi due decenni lo sviluppo di autoveicoli a idrogeno sarà imprescindibile per la decarbonizzazione del settore dei trasporti italiano ed europeo e, più in generale, esiste una domanda potenziale di questo "nuovo" vettore, il cui successo dipende però dalla composizione del mix elettrico dei prossimi decenni, che dovrà essere dominato dalle rinnovabili. Nel frattempo, l'idrogeno blu è una soluzione già disponibile per il breve-medio periodo che offre un miglioramento in termini di impronta carbonica e prepara il mercato al passaggio. Come sulla tavolozza di un pittore, lo sviluppo dell'idrogeno verde in Europa nel lungo periodo passa per una combinazione di colori e di *policy* (Verde, 2020).

6.7. BIOMETANO, IL CARBURANTE CIRCOLARE

Il biometano, in Italia anche più che altrove, si conferma una delle fonti con le maggiori prospettive di crescita all'interno del futuro scenario dei trasporti. Anche quest'anno infatti, prosegue il trend positivo iniziato nel 2005, nonostante permangano ancora problematiche legate principalmente alla convenienza economica e alla diffusa avversione della popolazione verso le infrastrutture legate ai rifiuti.

Se è vero che il processo di “*upgrading*”, la cattura della CO₂⁴⁸, che segue il pretrattamento a base di acido solfidrico e ammoniaca, risulta essere piuttosto oneroso, è altrettanto vero che il sistema di incentivazione introdotto con il decreto interministeriale 2 marzo 2018⁴⁹ sta dando i suoi frutti. Grazie al sistema di incentivazione all'immissione in rete di biocarburanti basato sui CIC (certificati d'immissione in consumo), spinge fortemente i soggetti obbligati e i produttori ad aderire al meccanismo gestito dal GSE, in quanto in grado di dare maggiori garanzie sia ai primi che ai secondi. Inoltre, sono state disposte tutte le misure per coprire i costi del programma mettendolo a carico dei distributori di carburanti e, in definitiva, degli automobilisti e trasportatori (Green, 2019).

Del resto anche il PNIEC conferisce ai biocarburanti avanzati un ruolo significativo tra le energie *green* che guideranno la transizione verso la decarbonizzazione della mobilità, prevedendo un contributo dell'8% della quota totale riservata alle rinnovabili (22%) nei trasporti.

Entro il 2030, secondo il documento programmatico, il biometano farà la parte del leone, coprendo il 75% della quota totale destinata ai biocarburanti avanzati (0,8 Mtep) e arrivando a 1,1 miliardi di mc. E diverse sono le previsioni che stimano al 2030 un incremento delle alimentazioni alternative e dei biocarburanti (miscelati), tra queste il biometano avrà un ruolo rilevante stimato come maggiore tra la produzione futura da biocarburanti (0,9 Mtep su 2,7 totali (Unione Petrolifera, 2020).

Il Consorzio italiano compostatori, Utilitalia e Fise-Assoambiente hanno rilevato negli ultimi anni *“una progressiva conversione tecnologica, a seguito del decreto, finalizzata a estrarre dal biogas la componente di metano affinché possa essere impiegato come combustibile per autotrazione”*⁵⁰.

⁴⁸ Le diverse tecnologie, assorbimento ad acqua, le membrane, PSA (*Pressure Swing Absorption*), reagenti chimico-fisici, hanno specificità differenti in base alle diverse tipologie di biogas da trattare.

⁴⁹ Promozione dell'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati nel settore dei trasporti del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali.

⁵⁰ Memoria scritta congiunta del Consorzio Italiano Compostatori, Utilitalia e Fise-Assoambiente al presidente della XIV Commissione affari europei del Senato, CIC 5/6/2020.

Il consorzio e le associazioni hanno proposto che in sede di recepimento della Red II, vengano definiti maggiormente nel dettaglio i valori standard di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dei biocarburanti, *“al fine di valutare l’attribuzione alla configurazione impiantistica nazionale tipica di uno dei valori standard proposti dalla direttiva, o di prevedere valori standard aggiuntivi basati su analisi scientifiche indipendenti”*.

Va sottolineato che i vantaggi del biometano non si limitano alla minore emissione di inquinanti, ma riguardano anche un servizio pubblico fondamentale: la gestione dei rifiuti.

Analizzando la locazione e il numero degli impianti in Italia emerge infatti una forte carenza infrastrutturale, in primo luogo nella filiera dello smaltimento dei rifiuti, siano essi discariche, inceneritori, termovalorizzatori o gassificatori.

Una carenza che ha penalizzato fortemente il servizio integrato, impedendone la chiusura del ciclo e determinando, soprattutto nel sud del Paese, la situazione di permanente emergenza che ha caratterizzato gli ultimi 20 anni (Commissione Parlamentare Antimafia, 2020)⁵¹.

Il rimedio individuato dalla Commissione parlamentare prevede di *“puntare su un ciclo virtuoso dei rifiuti, su un’impiantistica pubblica che permetta di lavorare il rifiuto a valle, su una capillarità della raccolta differenziata ancora ferma a percentuali inaccettabili, su un ricorso alla discarica come segmento marginale dell’intero ciclo.”*

Un sistema non più basato sull'emergenza e sull'improvvisazione ma regolato, da un lato, da una legge snella capace di superare la vigente parcellizzazione dei soggetti attuatori e, dall'altro, da nuovi strumenti di pianificazione con l'obiettivo di limitare il sistema delle discariche (pubbliche o private), al fine di rendere il ciclo regionale dei rifiuti una risorsa produttiva ed economica ed al tempo stesso un'occasione di dignità civile collettiva”.

Il biometano può ricoprire un ruolo da protagonista in questo processo di valorizzazione dei rifiuti, se si abbandonano i preconcetti che spesso abitano l’immaginario comune sostituendo così il concetto di scarto nauseabondo e repellente con quello di risorsa (Ref Ricerche, 2020).

Il progetto Reew 2W, che Enea sta portando avanti dal 2017 con partner di Austria, Croazia, Germania e Repubblica Ceca nell’ambito del programma Interreg Central Europe, si inserisce in quest’ottica di trasformazione di rifiuti e reflui in energia, al fine di chiudere il ciclo integrato in maniera sostenibile e raggiungere, al tempo stesso, un grado di positività energetica degli impianti.

⁵¹ “Relazione conclusiva dell’inchiesta sul ciclo dei rifiuti nella Regione Siciliana”, Commissione Parlamentare antimafia in Sicilia, 2020.

È stato messo a punto un *tool* in grado di supportare il processo decisionale di amministratori locali, spesso anche gestori del servizio di gestione dei rifiuti, sulla base del calcolo del potenziale energetico inespresso⁵².

Il *tool* effettua valutazioni sulla base di diversi parametri, analizzando ogni realtà territoriale dal punto di vista degli aspetti economici, spaziali, energetici e l'impatto ambientale.

Uno strumento potenzialmente in grado di porre un argine al deficit di conoscenza e competenza che spesso influisce sulla decisione di non realizzazione nuovi impianti e o ammodernare le infrastrutture esistenti, quando spesso per far scendere l'impatto energetico totale della filiera dei rifiuti sarebbe sufficiente porre un digestore anaerobico prima di un impianto di compostaggio.

6.8. TUTTI PAZZI PER LA BICI

Come analizzato nelle precedenti edizioni del Rapporto, un ottimo esempio di eco-innovazione è senza dubbio la bicicletta a pedalata assistita, che può essere senz'altro annoverata tra i mezzi elettrici. Nel nostro Paese, e non solo, è di gran lunga il veicolo elettrico di maggiore successo.

Le vendite di *e-bike* o *pedelec* (*pedal electric bike*), nel 2019, secondo le stime dell'ANCMA⁵³, sono cresciute del 16,8% rispetto al 2018: da 173 mila a 195 mila. Una crescita che continua a essere sostenuta, anche se con minor vigore rispetto al 16,8% del 2018 sul 2017 e lontane dal grande balzo del 2016, quando l'incremento era stato del 121% rispetto al 2015 (Fig. 6.6)

A differenza degli anni scorsi, tornano a crescere le vendite di biciclette tradizionali, soprattutto city e trekking e in tutto il Paese; in crescita anche produzione nazionale ed export. Tutto il mercato Italia, alla vendita, vale oggi circa 1,35 miliardi di euro.

La produzione totale di biciclette italiane è stata di 2.625.000, +7% rispetto al 2018, di cui 1.576.000 (+ 16 %) esportate, quella di sole e-bike è stata di 213.000, addirittura il + 209% rispetto al 2018, di cui 90.000 sono state esportate. Le importazioni di bici a pedalata assistita si sono fermate a 72.000 con flessione del 55% per diretta conseguenza dell'introduzione dei dazi antidumping contro la concorrenza sleale asiatica, motivo per cui la produzione sta tornando in Europa e in particolare in Italia vista la sua tradizione manifatturiera nel settore ciclo.

⁵² "Energia da rifiuti, così gli impianti possono diventare risorse per le comunità", Staffetta Quotidiana 28 aprile 2020.

⁵³ Associazione Nazionale Ciclo Motociclo e Accessori, che riunisce le aziende italiane costruttrici di veicoli a due e a tre ruote, stime pubblicate l'8 aprile 2020.

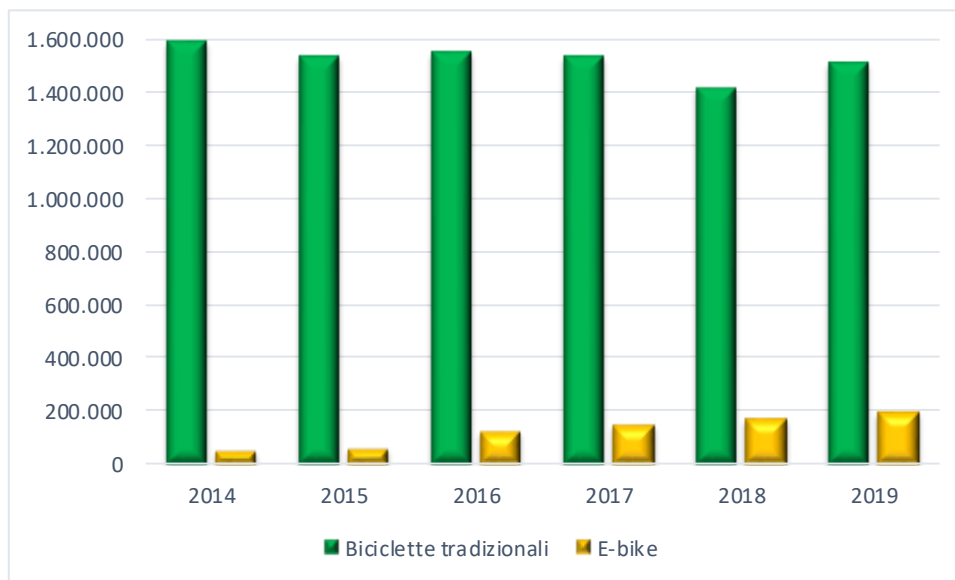


FIGURA 6.6 Vendite di biciclette tradizionali e a pedalata assistita dal 2014 al 2019

Fonte: ANCMA, 2018

Questi numeri sono destinati a salire non durante quest'anno 2020 grazie al mastodontico Decreto Rilancio⁵⁴ che prevede tra le tante misure il cosiddetto "bonus bici" o più correttamente una modifica al "buono mobilità" già previsto all'articolo 2 del DL 111 del 2019, il cosiddetto "Decreto Clima". Nelle intenzioni del Governo questo strumento dovrebbe incentivare il ricorso a mezzi alternativi al trasporto pubblico e alle automobili per gli spostamenti nei centri urbani con più di 50.000 abitanti che hanno subito e subiranno inevitabili contraccolpi dalle misure di distanziamento sociale adottate per combattere il Covid-19.

Una misura che dà attuazione al programma ministeriale PRIMUS - Programma di Incentivazione della Mobilità Urbana Sostenibile – istituito nel 2018 e che in un certo qual modo va incontro a una domanda che si è manifestata durante la chiusura forzata. Secondo i dati dell'Osservatorio "Audimob" di Isfort, infatti, nel crollo degli spostamenti del primo mese di confinamento vi è stato un riposizionamento modale nell'ordine di 5 punti percentuali a favore della mobilità non-

⁵⁴ DECRETO-LEGGE 19 maggio 2020, n.34. Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19.

motorizzata (a piedi in particolare), a scapito della mobilità collettiva e intermodale il cui peso si è più che dimezzato.

Le stime parlano di una crescita del 60%, con 200 mila unità vendute in più rispetto al solo mese di maggio 2019, tanto che è difficile pensare che numerosi acquirenti non restino delusi, cioè senza bonus, che ammonta al 60% del prezzo d'acquisto fino ad un massimo di 500 euro. AICMA stima che il prezzo medio di vendita al pubblico è di 400 euro per le biciclette tradizionali, con importi ben più bassi nella grande distribuzione, mentre quello dei modelli a pedalata assista è di 1.600 euro. Al bonus, ottenibile tramite SPID, tuttavia hanno diritto anche gli altri veicoli per la micromobilità a propulsione prevalentemente elettrica, come *segway*, *hoverboard*, monopattini, *monowheel*, tanto che si arriverebbe a una platea potenziale di circa 2 milioni di veicoli venduti. Una stima approssimativa di un incentivo unitario di 250 euro, peraltro riportata da entrambi i ministri dell'Ambiente e dei Trasporti in audizione al Senato, porterebbe a un totale di 480 mila domande di bonus⁵⁵, coprendo quindi un quarto del mercato esistente, mentre l'ammontare totale disponibile dovrebbe attestarsi sui 120 milioni di euro⁵⁶.

Nel 2020 c'è stata sicuramente un'accelerazione per promuovere la mobilità attiva e sostenibile, in un quadro normativo tuttavia migliorabile, anche tenendo conto delle diverse proposte elaborate per la sicurezza dei pedoni, dai Comuni italiani.

6.9. LA MOBILITÀ CONDIVISA

All'inizio era il *car sharing*, alla lettera "condivisione dell'auto", modello di noleggio in cui gli utenti possono prendere a nolo un autoveicolo per lassi temporali anche molto brevi pagando solo in funzione del tempo effettivo d'impiego. Dagli esordi in Svizzera nel lontano 1948 ai vari rilanci il *car sharing*, ha raggiunto la diffusione (anche se non grandi utili) con l'avvento del "flusso libero," che ha surclassato il rigido modello a tempo.

Un'espansione resa possibile dall'ampia e rapida diffusione degli smartphone, indispensabili per poter sfruttare a pieno le nuove potenzialità di info-comunicazione in tempo reale racchiuse nelle app (Innov-E, 2016).

Il successo riscontrato nella città di Milano ha largamente contribuito a una sorta di effetto emulativo che, dopo Roma, ha interessato anche agglomerati più piccoli come Firenze o anche non metropolitani come Rimini.

⁵⁵ "Bonus bici, rischio delusione" in Staffetta Quotidiana 1° giugno 2020.

⁵⁶ Cifra accresciuta rispetto ai 100 milioni del decreto legge in sede di conversione, nel passaggio alla Camera, l'ultimo alla chiusura del presente lavoro.

Per i *policy maker*, infatti, non pochi sono gli argomenti di cui farsi vanto, a cominciare dai vantaggi ambientali. Diversi sono gli studi che attribuiscono al *car sharing* grandi potenzialità per una mobilità più efficiente e razionale. Tra i vantaggi, un minor numero di veicoli pro-capite, una minore domanda di spazi di parcheggio, minori costi fissi e complemento del trasporto pubblico, con una riduzione degli impatti energetici e ambientali, tenendo anche conto dei cambiamenti sui modelli di proprietà e utilizzo di veicoli (Baptista, Melo e Rolim, 2014).

Ogni auto in condivisione, infatti, sostituirebbe un numero, per la verità molto variabile e più o meno crescente, di auto private. Meno auto per le strade, meno congestione, meno inquinamento. Un assunto però, che non può essere affatto generalizzato.

A ogni modo in Italia l'utilizzo del mezzo condiviso è sempre più diffuso e variegato nei mezzi di trasporto.

La diffusione dei servizi a flusso libero ha prodotto un notevole allargamento del pubblico che guarda ai servizi di mobilità condivisa come soluzione per i propri spostamenti. Il numero di persone iscritte ad un servizio di mezzi condivisi, a fine 2018, ha raggiunto i 5,2 milioni⁵⁷, uno in più rispetto al 2017. Il numero di veicoli, invece, segna una battuta d'arresto, in gran parte per l'uscita dal mercato di alcuni servizi di *bike sharing free floating* arrivati nel 2017, dall'altro gli spostamenti proseguono in un trend di crescita positivo.

I tragitti effettuati dalle persone utilizzando un servizio di mobilità condivisa di tipo innovativo, infatti, sono stimati nell'ordine dei 30/35 milioni, oltre il 25% in più del 2017 e il doppio di quelli stimati per il 2015.

Significativa è la crescita degli scooter in condivisione circolanti in Italia (Fig. 6.7).

⁵⁷ Dati Osservatorio Nazionale Sharing Mobility, ultimo aggiornamento disponibile.

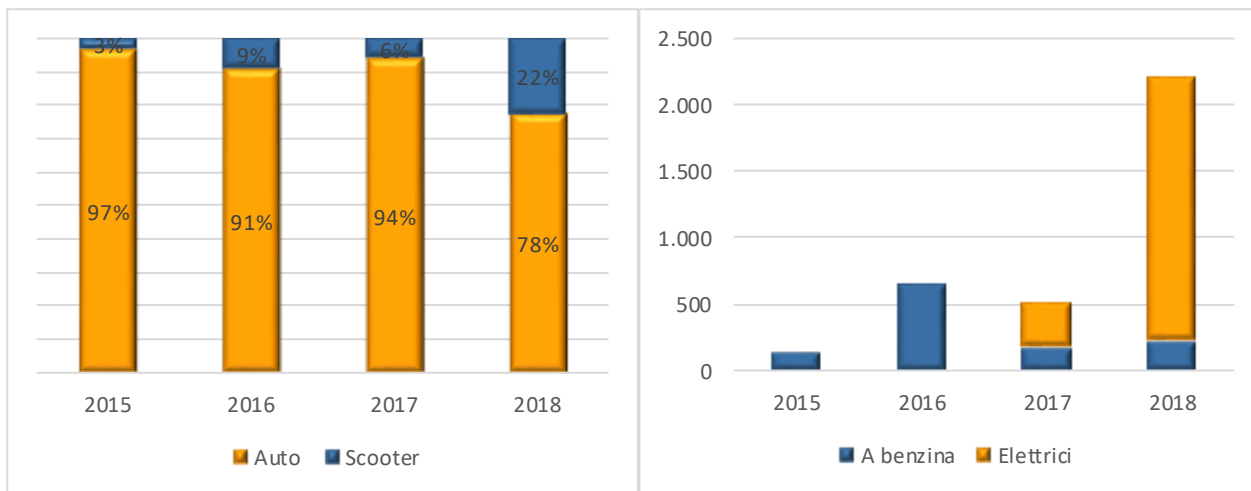


FIGURA 6.7 Suddivisione veicoli a motore e numero scooter distinti per alimentazione in Italia (2015, 2016, 2017, 2018⁵⁸)

Fonte: Osservatorio Nazionale Sharing Mobility

Questi veicoli infatti, dopo, le incertezze e le difficoltà dei primi anni – ricordiamo l’esordio e l’abbandono di Eni⁵⁹ – sono oggi i mezzi condivisi in cui l’alimentazione elettrica risulta vincente. Anche in questo caso Milano è la città dove maggiore è stata la diffusione. Nella maggior parte dei casi gli scooter non vengono ricaricati presso stazioni, limitando la loro caratteristica vincente dell’essere a flusso libero. Va altresì notato che anche il veicolo di supporto che trasporta le batterie da sostituire è elettrico.

Proprio l’espansione dello *scooter sharing* – in tutti casi utilizzabili da maggiorenni in possesso di Patente B o Patentino per i ciclomotori – ha accresciuto significativamente la diffusione di mezzi elettrici (Fig. 6.8).

⁵⁸ Il totale del grafico a destra è dato dalla somma delle auto in condivisione circolanti in Italia (*station based* e *free floating*) e degli scooter in condivisione circolanti in Italia.

⁵⁹ I grandi e non agilissimi Piaggio MP3, a benzina, sono stati ritirati da Milano, Roma e Catania per manifesto scarso utilizzo.

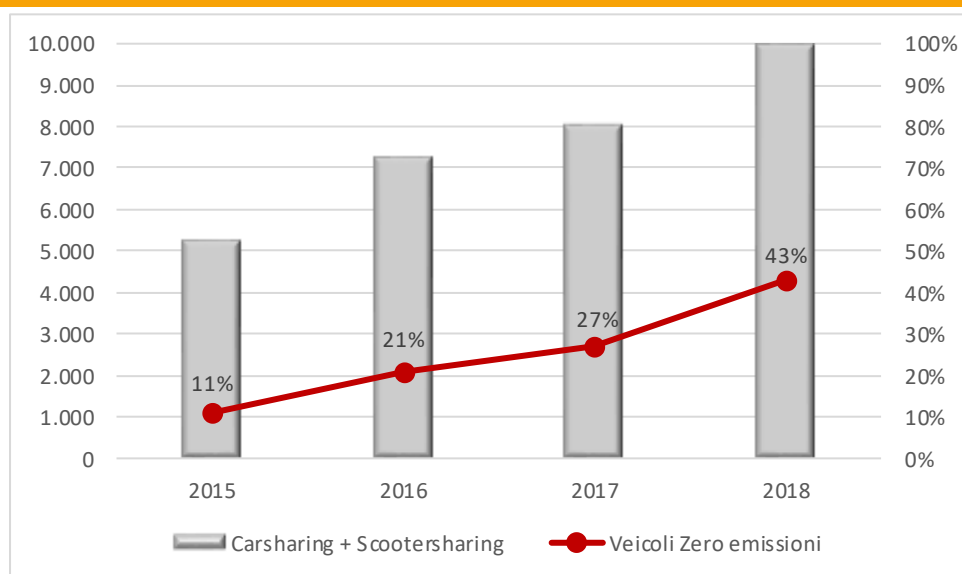


FIGURA 6.8 Quota percentuale dei veicoli a zero emissioni sul totale dei veicoli a motore condivisi dei servizi di car sharing e scooter sharing (2015, 2016, 2017, 2018)

Fonte: Osservatorio Nazionale Sharing Mobility

Cresce dunque la percentuale di veicoli elettrici sul totale dei veicoli a disposizione degli utenti, passando dal 27% del 2017 al 43% del 2018.

Pur registrando un lieve rallentamento nel 2018, la flotta complessiva ha continuato a crescere arrivando a quota 7.961 auto, con una quota del 27% di elettrico sul totale che è cresciuto del 11% nel segmento *free floating* e del 39% nello *station based* rispetto al 2017.

Cresce meno degli anni precedenti il numero di auto disponibili, che però vengono utilizzate di più dagli utenti: considerando entrambe le tipologie di servizi, mediamente quasi 5 volte al giorno nel 2018, cioè circa una volta in più rispetto all'anno prima.

L'arrivo dei servizi di *bike sharing* a flusso libero nelle città italiane ha profondamente mutato il quadro settoriale alla fine del 2017, con un aumento notevolissimo in termini di biciclette disponibili.

Da gennaio 2020, come da Legge 160/2019, vi è stata quella che molti hanno chiamato la liberalizzazione dei monopattini. Con il riconoscimento di questi come mezzi equiparabili a velocipedi (le biciclette) viene superata la fase di sperimentazione introdotta con il decreto ministeriale del 4 giugno 2019, che permetteva la circolazione dei nuovi mezzi nelle città che si

fossero dotate di un regolamento comunale con l'individuazione di aree dedicate appositamente indicate con una speciale segnaletica stradale. La sperimentazione volta alla stesura di un regolamento definitivo è, tuttavia, restata valida per *hoverboard*, *monoheel* e *segway*.

Tra i primi e più attivi comuni quelli della Riviera Adriatica: da luglio 2019 è attiva a Cattolica e Misano Adriatico la veronese Bit Mobility, con primi risultati molto incoraggianti, dal momento che gli utilizzi giornalieri sono stati circa 350, con picchi di addirittura 900. Da agosto Rimini, dopo un'indagine di mercato avviata nonostante il ritardo con cui il decreto ministeriale sulla sperimentazione è stato pubblicato in G.U.

A Milano, dopo il debutto dell'ottobre 2018 e il ritiro nell'agosto del 2019 per mancanza del regolamento, a gennaio 2020 erano attivi circa 2.250 veicoli, forniti da Bit Mobility, Wind Mobility e la statunitense Helbiz. La società svedese Voi Scooters ha invece debuttato a Pesaro nel settembre 2019. Le vincitrici del bando del Comune di Rimini per il noleggio dei monopattini elettrici sono state Bird e Lime, entrambe fondate in California. Arriva invece addirittura a 4.000 il numero dei monopattini a noleggio circolanti a Torino, territorio che vede attive ben sette compagnie del settore: Bird, Bit Mobility, Circ, Dott, Helbiz, Hive, Lime e Tier⁶⁰. Grande attivismo insomma, ma un quadro normativo certamente migliorabile.

Con il dilagare della pandemia di COVID-19, poi, e la conseguente implementazione di misure di contenimento del contagio, il mondo della *sharing mobility* ha dovuto affrontare, insieme alla maggior parte dei settori economici del Paese, un'interruzione forzata. Fortunatamente, con la fine delle misure di confinamento la mobilità condivisa può iniziare a ripartire ed accompagnare il rilancio economico del Paese. A Rimini ad esempio, Lime e Bird hanno potuto ricominciare a fornire i propri servizi dal 1° giugno. Parallelamente, a Roma il 28 maggio 2020 è stata presentata la nuova flotta di 1.000 monopattini elettrici fornita da Helbiz. In occasione dell'inaugurazione, il responsabile delle pubbliche relazioni dell'impresa statunitense ha dichiarato il proprio orgoglio per l'occasione concessa a Roma, specialmente nel periodo straordinario post-pandemia che offre nuove possibilità di rilancio e di inversione di tendenza. Si pensi solo al fatto che le e-bike di Helbiz hanno visto un incremento dell'utilizzo del 300% e del 60% sulla media della lunghezza dei percorsi⁶¹.

Che l'emergenza sanitaria abbia avuto un impatto non trascurabile sulle abitudini degli italiani è un fatto indiscutibile, ma sembra che gli utenti della *sharing mobility* restino legati all'uso del mezzo

⁶⁰ "Monopattini elettrici, ecco le città italiane che offrono servizi di *sharing*" in Corriere della Sera-Tecnologia 28 gennaio 2020 https://www.corriere.it/tecnologia/cards/monopattini-elettrici-ecco-citta-italiane-che-offrono-servizi-sharing/contesto-legislativo_principale.shtml.

⁶¹ https://www.ansa.it/canale_motori/notizie/eco_mobilita/2020/05/28/roma-da-oggi-1000-monopattini-elettrici-in-sharing-fd1dac59-c9fe-4e6d-bf0e-cc2897e0f412.html.

condiviso. L'Osservatorio Nazionale *Sharing Mobility* ha condotto a tal riguardo un sondaggio su un campione di 12.600 persone nel periodo che va dal 20 aprile al 10 maggio 2020. Emerge che, a differenza degli utilizzatori dei trasporti pubblici, che continueranno in media a utilizzare tali servizi solo per il 43%, gli utenti della mobilità condivisa sceglieranno gli stessi mezzi del pre Covid-19 per i propri spostamenti, con percentuali sensibilmente più alte. In particolare, 61% per il *car sharing*, 69% per il *bikesharing*, 66% per lo *scooter sharing* e 59% per i monopattini *in sharing*. Quindi, sebbene sembri che la domanda di mobilità complessiva sia in riduzione, la mobilità condivisa resiste a questa battuta di arresto⁶².

Da segnalare, dopo San Francisco (nota anche per i caratteristici saliscendi), Berlino e altre metropoli, l'arrivo a Roma di Jump, il *bike sharing* a flusso libero di Uber: 57 km quadrati la superficie coperta dal servizio con ben 2.800 e-bike rosse. Tuttavia, tra maggio e giugno 2020 Lime ha concluso un'operazione importante per l'acquisizione delle attività europee di Jump da Uber. Due facce della stessa medaglia vedono da una parte Uber costretta ad un piano di ristrutturazione post-pandemia e dall'altra la raccolta da parte di Lime di 170 milioni di dollari di finanziamenti⁶³. A conferma di ciò, il ritiro dei mezzi dalle principali città europee, tra cui Roma. L'azienda statunitense annuncia di voler rilanciare e ampliare i servizi di micromobilità e che le biciclette usciranno dai magazzini entro luglio 2020⁶⁴.

6.10. E-FUEL: SCENARI E APPROCCI

La diffusione degli *E-fuel* come carburanti nel settore può rappresentare un valido complemento rispetto ai trend maggiormente significativi degli anni, come l'elettrificazione e l'utilizzo di biocarburanti, provvedendo a coprire una parte della domanda di carburanti liquidi proveniente da quei comparti a ridotta possibilità di essere elettrificati (aviazione, trasporti marittimi, trasporti merci, ma anche persone su gomma), e comunque all'interno di una più generale ottica di transizione graduale verso la decarbonizzazione. In tale ambito non va sottovalutata l'evoluzione degli attuali carburanti⁶⁵ che ha il vantaggio di impattare sull'intero parco circolante.

⁶² <http://osservatoriosharingmobility.it/gli-utenti-della-sharing-mobility-pronti-a-ritornare-alluso-dellauto/>.

⁶³ <https://www.hdmotori.it/elettriche/articoli/n522589/lime-jump-uber-ebike-monopattini-elettrici/>

⁶⁴ <https://motori.ilmessaggero.it/economia/lime-acquisisce-bici-elettriche-uber-jump-a-roma-servizio-bike-sharing-tornera-piu-ampliato-5297528.html>

⁶⁵ Merita di essere segnalata l'iniziativa del Gruppo Api che con OPTIMO ha rimpiazzato, senza aumento di prezzo, benzina e diesel tradizionali, con benefici per gli automobilisti (fino a 2% di consumi) e per l'ambiente (meno 300 mila tonnellate di CO₂).

Comprendiamo all'interno della categoria quei carburanti di tipo sintetico, prodotti a partire dall'utilizzo di fonti rinnovabili e di CO₂, che a sua volta può derivare da processi industriali, da estrazione naturale o da processi di cattura atmosferica che consentono di ottenere un carburante liquido o gassoso che evita/riduce l'immissione/concentrazione in atmosfera di anidride carbonica. Per arrivare a tale prodotto, è necessaria la produzione di idrogeno, attraverso elettrolisi dell'acqua, che avviene a partire dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, e una successiva fase di sintesi chimica che, consente di produrre il carburante finale. Quest'ultima fase si divide in tre grandi categorie, per la produzione di gas (attraverso il processo di metanazione) oppure carburanti liquidi (attraverso reazioni di sintesi che portino alla produzione di benzine, diesel, eteri o alcoli). Il grafico di fianco schematizza i processi maggiormente diffusi.

Nella seguente tabella sono riassunte le principali tecnologie di produzione di *E-fuel*, considerando inoltre le possibili applicazioni nel mercato e l'efficienza del processo di produzione:

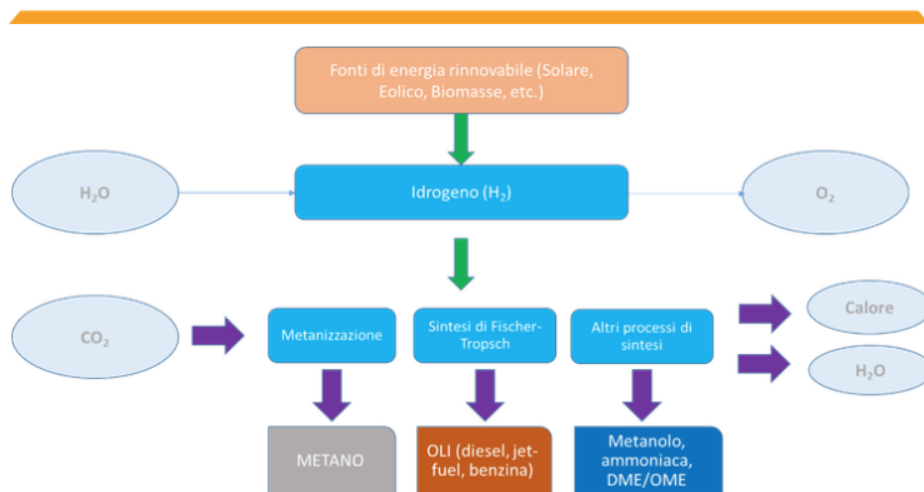


FIGURA 6.9 Schema di produzione delle principali tipologie di E-fuel
Fonte: Cerulogy, 2017 (nostro adattamento)

TABELLA 6.1 Principali tipologie di *E-fuel*, relative applicazioni ed Efficienza

Stato fisico	Tipologia di <i>E-fuel</i>	Applicazioni preferenziali	Efficienza WTW ²
Gassoso	Metano (CH ₄)	Industria, residenziale, trasporto merci su strada, trasporto marittimo	26% (Fuel Cell) 14% (Motore a combustione)
	Idrogeno (H ₂)	Trasporto merci, automotive	35% (Fuel Cell) 15% (Motore a combustione)
Liquido	Ammoniaca (NH ₃)	Trasporto marittimo	15%
	Metanolo (CH ₃ OH)	Automotive	14%
	DME/OME ¹	Trasporto merci, trasporto marittimo	13%
	Benzina	Automotive	13%
	Diesel	Automotive	13%
	Jet-fuel	Avio	13%

¹Dimetil-etere e Ossimetil-etere

²Efficienza “Well-to-wheels”, calcolata come rapporto tra input iniziale di energia e percentuale della stessa disponibile per il consumo (Frontier Economics - Agora, 2018)

Lo sviluppo di *E-fuel* consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- utilizzo di buona parte delle infrastrutture di stoccaggio e trasporto già esistenti per i carburanti a base fossile (principalmente per carburanti liquidi e metano);
- possibilità di ottenere un pieno sfruttamento delle fonti rinnovabili, garantendo un utilizzo dell’energia prodotta anche nei momenti in cui non vi è necessità di utilizzo da parte della rete. In questo modo, almeno una frazione dei 480 TWh prodotti annualmente da energia rinnovabile in Europa e non utilizzati per via dell’assenza di domanda potrebbero essere reimmessi in consumo (Sotacarbo, 2019). In tal modo, gli *E-fuel* costituirebbero una forma di stoccaggio di energia elettrica aggiuntiva rispetto ai sistemi tradizionali;

- riduzione delle emissioni di CO₂ comprese nel *range* 70-96% rispetto al combustibile fossile di riferimento (CONCAWE, 2020);
- da un punto di vista della sostenibilità complessiva, esiste inoltre un vantaggio rispetto ai biocarburanti in termini di ridotto utilizzo di terreno e altre risorse (fertilizzanti).

D'altro canto, gli svantaggi sono principalmente relativi alla tipologia di processo: infatti, la quantità di energia elettrica da fonti rinnovabili necessaria a produrre un litro di carburante liquido ammonta a circa 82-99 MJ (Shell, 2018). Pertanto, il processo presenta al momento delle inefficienze da un punto di vista termodinamico, tanto che è stato calcolato che esso è tra le 2 e le 6 volte più inefficiente di una batteria elettrica, come esemplificato nella tabella 1 (il livello corrispondente di efficienza per veicoli con alimentazione elettrica è calcolato attorno al 70%) (CONCAWE, 2019).

Attualmente, la produzione di *E-Fuel* è solo allo stadio pilota e dimostrativo. Si elencano di seguito alcuni impianti di produzione presenti in Europa.

TABELLA 6.2 Esempi di impianti di produzione di *E-Fuel* attualmente operativi

Località	Gestore	Prodotto	Capacità produttiva
Werlte (Germania)	Audi	Metano	1.000 t/anno
Dresda (Germania)	Audi Sunfire	Diesel	160 l/giorno
Leuna (Germania)	Audi Global Bioenergies SA	Benzina	n.d.
Avedøre (DK)	Consorzio BioCAT	Metano	n.d.
Niederaussem (Germania)	Consorzio MEFCO ₂	Metanolo	1 t/giorno
Grindavik (IS)	Carbon Recycling International	Metanolo	4.000 t/anno

È quindi bene sottolineare che non sono ancora stati sviluppati impianti con produzione su scala commerciale. Una parziale eccezione è costituita dall'impianto Audi di Werlte, la cui produzione viene immessa nella rete di distribuzione di Audi che alimenta i veicoli a gas naturale tradizionale. Tra i progetti in fase di sviluppo, si segnala l'impianto di Herøya (NO), gestito da parte del Consorzio Norske E-Fuel AS che una volta entrato a regime produrrà circa 10 milioni di litri annui di *E-Fuel* liquidi (principalmente *jet-fuel*, avvio previsto nel 2023).

Dal punto di vista economico possiamo notare innanzitutto come i costi attuali di produzione degli *E-Fuel* sono superiori di circa 7 volte rispetto al confronto con i carburanti fossili di riferimento, con un valore attorno ai 3.500 €/t, contro i 500 /t di prodotto raffinato tradizionale (Brynnolf et al., 2017). Nel grafico seguente sono confrontati i costi di produzione attuali (calcolati al 2015) con quelli proiettati al 2050 da parte di diversi studi, assumendo uno scenario di penetrazione degli *E-Fuel* pari a un massimo di circa il 30% della domanda totale di energia per trasporti, al 2050 (Commissione europea, 2016):

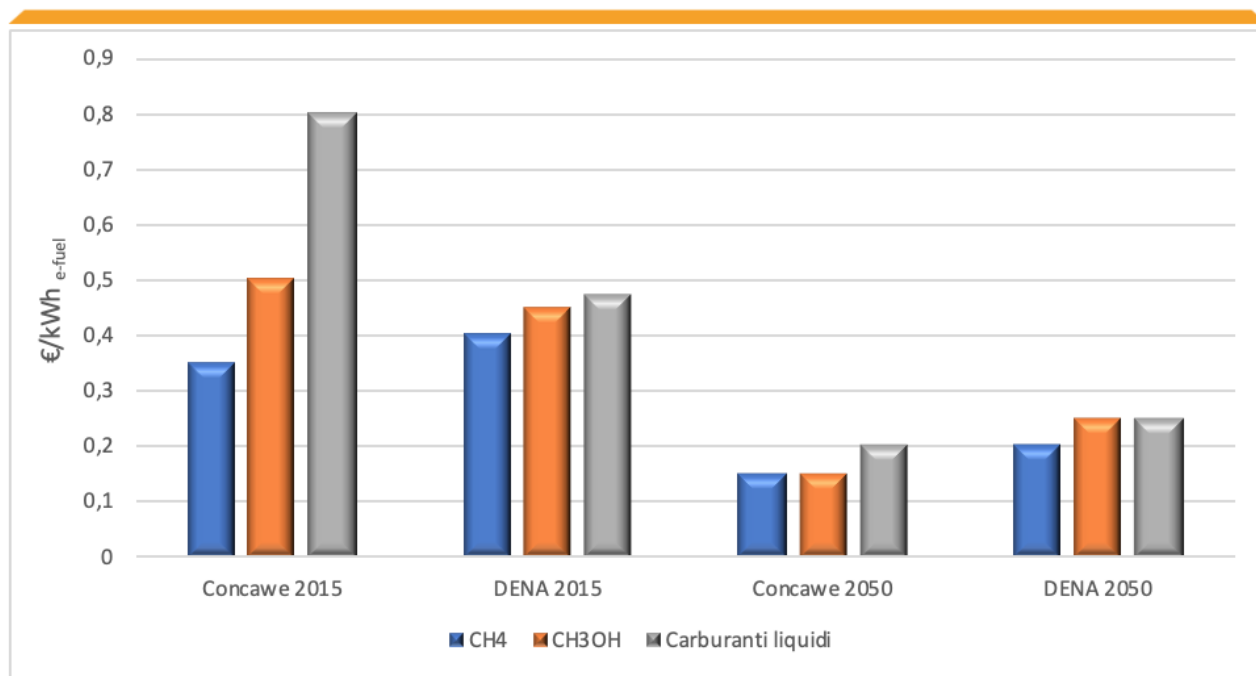


FIGURA 6.10 Costi di produzione per kWh E-fuel – Confronto 2015-2050

Fonte: DENA, 2017; CONCAWE 2020

Valori calcolati come medie dei diversi scenari previsti negli studi

CH₃OH= Metanolo e relativi prodotti

CH₄= Metano

Secondo i principali scenari, i costi sono destinati a decrescere significativamente (di circa 3-4 volte) nel corso del periodo fino al 2050 per via degli effetti di scala, di effetti di apprendimento e della riduzione del costo dell'elettricità (CONCAWE, 2020), insieme alla possibilità di avvalersi di un mix di fonti energetiche per consentire un funzionamento continuativo degli impianti di elettrolisi: il passaggio da 2000 a 8000 ore annue di operatività, a parità di altri costi, è associato a un riduzione di un terzo circa dei costi complessivi per tonnellata prodotta - da 4.500 a 3.000 euro (Cerology, 2017). Ulteriori vantaggi possono essere apportati dall'introduzione di tecnologie più efficienti, come l'elettrolisi ad alta temperatura, che consente di aumentare l'efficienza del processo (DENA, 2017).

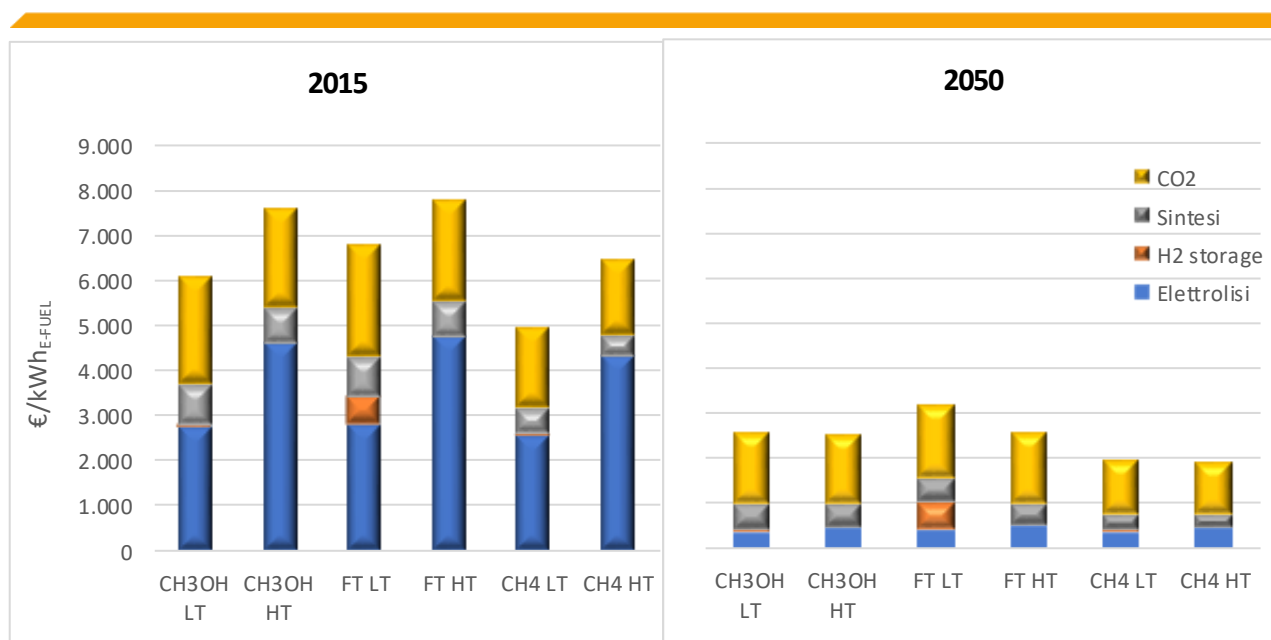


FIGURA 6.11 CAPEX per impianti di produzione E-fuel – Confronto 2015-2050

Fonte: DENA, 2017

LT= Sintesi a bassa temperatura;

HT= sintesi ad alta temperatura

CH₃OH= Metanolo e relativi prodotti

FT= Prodotti da sintesi di Fischer-Tropsch (diesel, jet-fuel)

CH₄= Metano

H₂= Idrogeno

Per quanto riguarda, infine, i costi di investimento, si riscontra la possibilità di una sostanziale riduzione nel tempo per tutte le modalità principali di produzione di *E-fuel*, anche pari al 50% dei

costi complessivi, principalmente dovuti alla riduzione dei costi per le attività di elettrolisi, mentre non si prevedono significative riduzione nei costi correlati all'estrazione di CO₂ (negli scenari previsti, tutta l'anidride carbonica viene approvvigionata tramite cattura diretta atmosferica).

Alla luce di tutto ciò, è possibile vedere lo sviluppo degli *E-fuel* in ottica favorevole per alcuni ambiti ed applicazioni. Deve essere tuttavia accompagnato da una rilevante crescita negli investimenti complessivi, in innovazione tecnologica, nella capacità di sfruttamento delle energie rinnovabili e nelle modalità di prelievo e gestione della CO₂ presente in atmosfera per recitare un ruolo di primo piano nel nuovo assetto energetico.

6.11. MOBILITÀ E 5G

La crisi della mobilità (oltre che sanitaria e sociale) determinata dalla diffusione del COVID-19 ha mostrato in maniera ancor più evidente l'importanza che reti e servizi di telecomunicazione possono avere sulle attività quotidiane di cittadini, imprese e istituzioni. A livello economico-sociale, si è osservato come la crescente necessità di svolgere le attività lavorative quotidiane in luoghi diversi e di poter gestire le linee di produzione riducendo l'intervento umano "in presenza", unita all'opportunità di controllare da remoto situazioni relative, ad esempio, allo stato di salute dei pazienti, insieme alla necessità di evitare assembramenti e di assicurare un'ottimizzazione nella gestione di traffico e spostamenti, sottolineino in modo sempre più evidente l'impatto, sia potenziale, sia effettivo, delle reti di telecomunicazione sul settore della mobilità. Abilitatore di gran parte degli attuali e dei futuri servizi digitali a distanza sono le reti mobili, per le quali la chiave di volta è costituita dal nuovo standard di quinta generazione (5G). Ultima evoluzione della famiglia degli standard che hanno consentito la trasmissione delle comunicazioni a distanza in voce, in modalità analogica e poi, dall'avvento del digitale, di pacchetti-dati di ogni tipo (testo, suoni, immagini, video), con capacità sempre maggiori, il 5G consente di aumentare la velocità di trasmissione dati fino a 10 Gbps (100 volte più veloce dell'LTE), gestire fino a 1 milione di dispositivi per km² e ridurre la latenza del segnale a meno di 3 millisecondi. Quest'ultima caratteristica, in particolare, permette di gestire efficacemente, anche da remoto, complesse attività, aprendo la strada a servizi che operano in tempo reale come la telechirurgia, l'automazione delle fabbriche e quella dei mezzi di trasporto. Non a caso, l'impatto economico del 5G stimato dalla Commissione europea (fino a 113 miliardi di euro l'anno già nel 2025) deriva prevalentemente da *automotive* e

trasporti (50 miliardi), oltre a soluzioni *smart cities* e digitalizzazione intelligente di abitazioni e posti di lavoro (ulteriori 40 miliardi)⁶⁶.

6.11.1. La strategia europea per il 5G e il focus sulla mobilità

La strategia europea sul 5G si compone di molteplici documenti e aggiornamenti successivi, pubblicati principalmente tra il 2016 e il 2018. La Comunicazione “*5G for Europe: an Action Plan*” – pubblicata a settembre 2016 e accompagnata dal *working document “5G Global Developments”* identifica le azioni per favorire lo sviluppo del nuovo standard. A livello tecnico, richiedeva agli Stati Membri di identificare una lista di frequenze “pioniere” per il lancio iniziale dei servizi 5G, di adottare un accordo in merito al set completo delle frequenze e di monitorare i progressi delle *small cells*, favorendone lo sviluppo. A livello organizzativo si incoraggiavano gli Stati ad adottare delle roadmap nazionali, a promuovere sperimentazioni preliminari (dal 2017) e *trial* commerciali (dal 2018), a rendere disponibile un iniziale standard globale 5G (fine 2019) e a identificare almeno una città da trasformare in “*5G enabled*” (entro fine 2020). A livello economico, infine, si proponeva di identificare le ipotesi e le modalità per una *venture financing facility*. La successiva Comunicazione “*Gigabit Society*” ha avanzato tre obiettivi di connettività al 2025, inerenti la fornitura di connettività a tutte le famiglie, anche nelle aree rurali, con una capacità di download di almeno 100 Mbps; la necessità che scuole, università, ospedali e tutti i principali motori socioeconomici abbiano accesso a una connettività pari a 1 Gbps; la copertura 5G di tutte le aree urbane e le principali strade e ferrovie.

A dicembre 2017, presso il Transport, Telecommunications and Energy Council, è stata firmata la *5G roadmap*, che ha introdotto scadenze più dettagliate per la progressiva introduzione del nuovo standard. Tra queste, oltre all’armonizzazione tecnica delle bande, necessaria al *roll-out* del 5G⁶⁷, è stata definita la fornitura di un servizio 5G in almeno una città di ogni Stato Membro entro il 2020, e l’implementazione (tra il 2018 e il 2025) di infrastrutture 5G nelle maggiori città europee e lungo le maggiori infrastrutture di trasporto, finalizzate alla realizzazione, nel 2025, di quella che è stata più ribattezzata la *Gigabit Society*.

Da tale enfasi sulle infrastrutture di trasporto emerge come, tra i “verticali”, ovvero i settori di applicazione della nuova tecnologia, la strategia europea consideri la mobilità autonoma e connessa (*Connected and Automated Mobility o CAM*), come uno degli ambiti più importanti, in

⁶⁶ Fonte: Trinity College, Tech4i2, Real Wireless and InterDigital, “Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe).

⁶⁷ Le bande 3.4-3.8 GHz e 24.25-27.5 GHz entro il 2019 e quella a 700 MHz in tutti gli Stati entro il 2022.

particolare relativamente agli *use case* da sviluppare lungo le reti di trasporto europeo, allo scopo di creare un ecosistema digitale dei trasporti⁶⁸.

Per effettuare test sulla mobilità autonoma e connessa sono stati identificati 11 "*digital cross-border corridors*" a livello europeo (Fig. 6.12):

1. Metz-Merzig-Luxembourg (tra Francia, Germania e Lussemburgo);
2. Rotterdam-Antwerpen-Eindhoven (tra Olanda e Belgio);
3. Porto-Vigo (tra Portogallo e Spagna);
4. Evora-Merida (sempre tra Portogallo e Spagna);
5. E8 "Aurora Borealis" (tra Norvegia e Finlandia);
6. Nordic Way2 (che passa tra Norvegia, Svezia, Finlandia e Danimarca);
7. Corridio del Brennero (tra Italia, Austria e Germania);
8. Thessaloniki, Sofia-Belgrade: (tra Grecia, Bulgaria e Serbia);
9. Via Baltica (E67) Tallinn – Riga – Kaunas –Estonia, Lettonia e Lituania e il confine lituano-polacco;
10. Via Baltica Kaunas-Warsaw (tra Lituania e Polonia);
11. München-Praha (tra Germania e Repubblica Ceca).

Le prime iniziative bilaterali sono state siglate per la direttrice Metz-Merzig-Luxembourg⁶⁹ e tra i Paesi nordici sulla E8 "Aurora Borealis" tra Norvegia e Finlandia. Inoltre nel marzo del 2017, a Roma, è stata firmata da tutti gli Stati Membri una lettera di intenti per intensificare la cooperazione transfrontaliera per test su vasta scala e per il *pre-deployment*. A tale firma è seguita, nel 2018, una serie di accordi per i rispettivi corridoi tra Spagna e Portogallo (Porto-Vigo e Evora-Merida⁷⁰), tra Bulgaria, Grecia e Serbia (per il tratto Thessaloniki, Sofia-Belgrade) e tra Estonia, Lettonia e Lituania la "Via Baltica", con un'estensione tra Lituania e Polonia.

⁶⁸ Sull'evoluzione digitale del settore dei trasporti insiste anche la strategia europea sul Cooperative-Intelligent Transport System (CITS), finalizzata a facilitare la convergenza di investimenti e framework regolatoria in Europa in relazione a tutti gli aspetti relativi ai veicoli connessi e automatici.

⁶⁹ La lettera di Intenti tra Francia e Germania è stata firmata a settembre 2016, mentre il Lussemburgo ha aderito nell'anno successivo. Nel frattempo sono stati firmati gli accordi per i test bed.

⁷⁰ Lettera di intenti firmata ad aprile 2018.



FIGURA 6.12 I digital cross-border corridors in Europa

Fonte: Commissione europea, dicembre 2019

A luglio 2019 è stata firmata anche la lettera di intenti tra Germania e Repubblica Ceca, finalizzata alla creazione di un corridoio 5G con il CEF digitale 2021-2027, in cui scopo consiste nell'offerta di nuove piattaforme digitali transnazionali per servizi come guida autonoma, robotica, sanità elettronica, intelligenza artificiale e industria 4.0, sia in Repubblica Ceca, sia in Baviera.

In aggiunta a queste iniziative, nel novembre 2018 sono stati avviati, sotto l'egida del partenariato pubblico-privato per il 5G (5G-PPP), tre progetti Horizon 2020 per lo svolgimento di test e prove su larga scala della connettività 5G sui corridoi transfrontalieri, che beneficiano di un finanziamento di 50 milioni di euro: Metz-Merzig-Lussemburgo (5GCroCo), Porto-Vigo tra Spagna e Portogallo (5G-Mobix) e Bologna-Monaco di Baviera attraverso il sentiero del Brennero (5G-CARMEN). Il corridoio del Brennero, in particolare, è lungo 600 km, collega il Trentino Alto Adige Baviera con il Tirolo e la Baviera ed è finalizzato alla sperimentazione di veicoli connessi e a guida autonoma per

massimizzarne l'impatto commerciale, sociale e ambientale. Le attività sono iniziate a Novembre 2018 e prevedono una durata complessiva di 36 mesi, da terminare a fine 2021⁷¹.

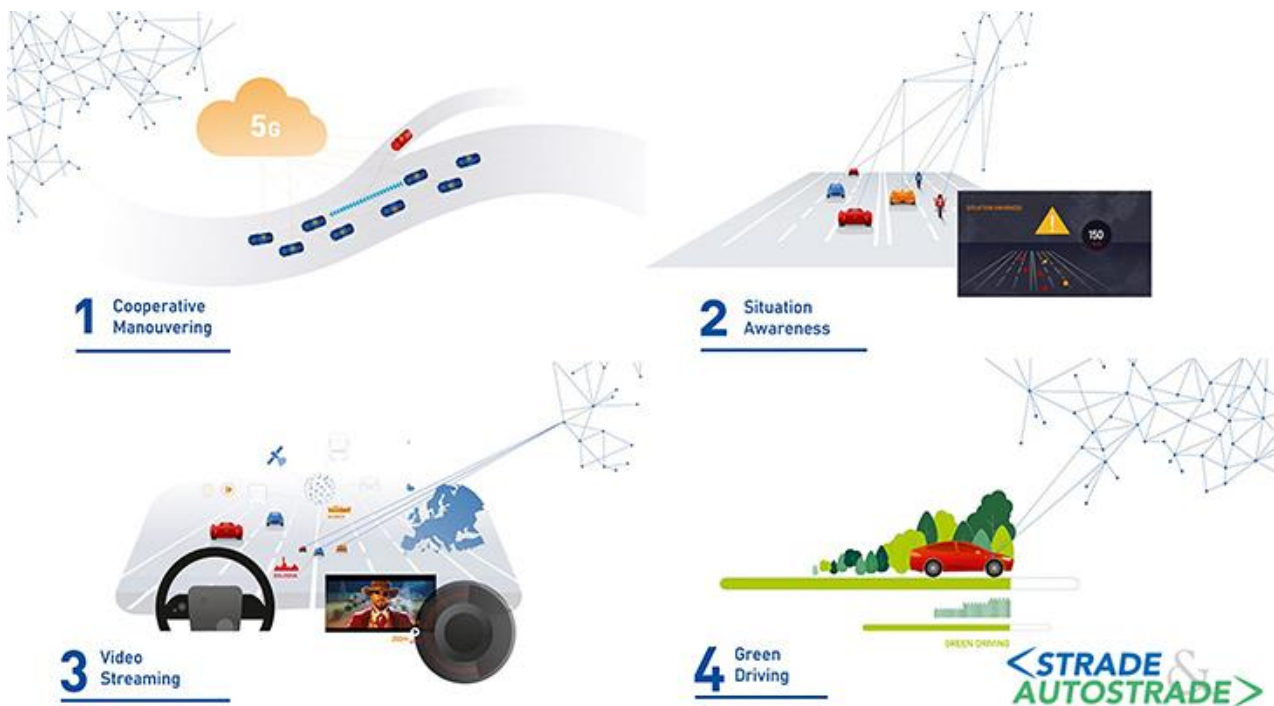


FIGURA 6.13 Scenari del progetto 5g carmen

Fonte: Strade&autostrade.it, 5G Carmen.eu, (ultima consultazione: 19 marzo 2020)

I partner sono 25, tra cui società automobilistiche (FCA e BMW), operatori della filiera tlc (Telecom Italia, Deutsche Telekom, Nokia e Qualcomm), società autostradali (Autostrada del Brennero SpA), istituti di ricerca (le Università di Bolzano e Politecnica de Valencia, l'Associazione P.I.I.U.) e alcune Pmi, tutti sotto l'egida della Fondazione Bruno Kessler.

A livello tecnologico il progetto prevede la sperimentazione di un mix di micro e macro celle 5G per la connettività C-V2X (*Cellular Vehicle-to-Everything*), introdotta dall'Ente di standardizzazione 3GPP, che supporta diverse interfacce di comunicazione, tra veicoli (*vehicle-to-vehicle*, V2V), con le

⁷¹ In parallelo, il Governo italiano ha approvato un Decreto Legge a Marzo 2018 che consente la sperimentazione di tecnologie 5G sul sistema dei trasporti nazionale e il Governo tedesco ha già varato una Legge simile nel Giugno 2017.

infrastrutture (*vehicle-to-infrastructure, V2I*), con i pedoni (*vehicle-to-pedestrian, V2P*) e con la rete (*vehicle-to-network, V2N*).

6.11.2. Le sperimentazioni di servizi 5G e mobilità in Italia e in Europa

A giugno 2020, nel perimetro che comprende l'Europa a 27 + Regno Unito, Russia, San Marino, Norvegia, Turchia e Svizzera, l'Osservatorio europeo sul 5G ha rilevato complessivamente 236 sperimentazioni sul nuovo standard. La percentuale di test tecnici si è progressivamente ridotta negli anni, mentre sono aumentati i trials relativi ai verticali e sull'architettura stand-alone, finalizzata ad implementare una rete indipendente dalle reti 4G esistenti.

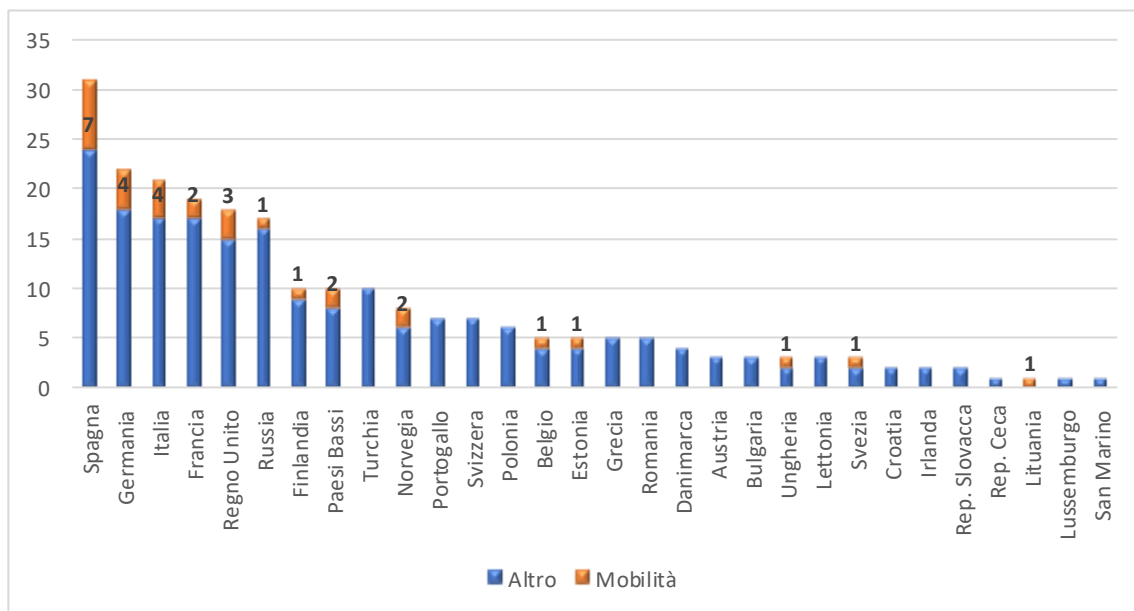


FIGURA 6.14 Sperimentazioni 5g sul verticale mobilità (per Paese, 2016-2020)

Fonte: European 5G Observatory, aprile 2020

Parallelamente, molti operatori hanno lanciato i propri servizi commerciali: ad aprile 2020 erano già 10 i Paesi europei in cui veniva fornita connettività 5G. Tra i principali, i servizi 5G sono offerti in Italia da Tim e Vodafone, in Germania dall'ex-incumbent Deutsche Telekom e da Vodafone Germany, e in Spagna da Vodafone Spain. Nel Regno Unito gli operatori attivi sono EE (6 città), Vodafone (7 città) e Telefonica (servizi a marchio O2 offerti in 6 luoghi tra città e comuni).

Analizzando la suddivisione delle sperimentazioni per Paese (Fig. 6.14), emerge come l'Italia risulti terza con 21 trials complessivi, dopo la Spagna (31 trials) e la Germania (22).

Per quanto concerne il *breakdown* per singolo verticale, quello con il numero maggiore di sperimentazioni condotte risulta il settore di media ed entertainment (36 trials) seguito da *automotive* e trasporti (31 trials). Focalizzando l'attenzione su quest'ultimo, emerge come il Paese che ha condotto il maggior numero di sperimentazioni risulti ancora la Spagna (7 trials), sempre seguito da Germania e Italia, entrambe con 4.

Andando a osservare la progressione temporale del numero di trials sulla mobilità per singolo

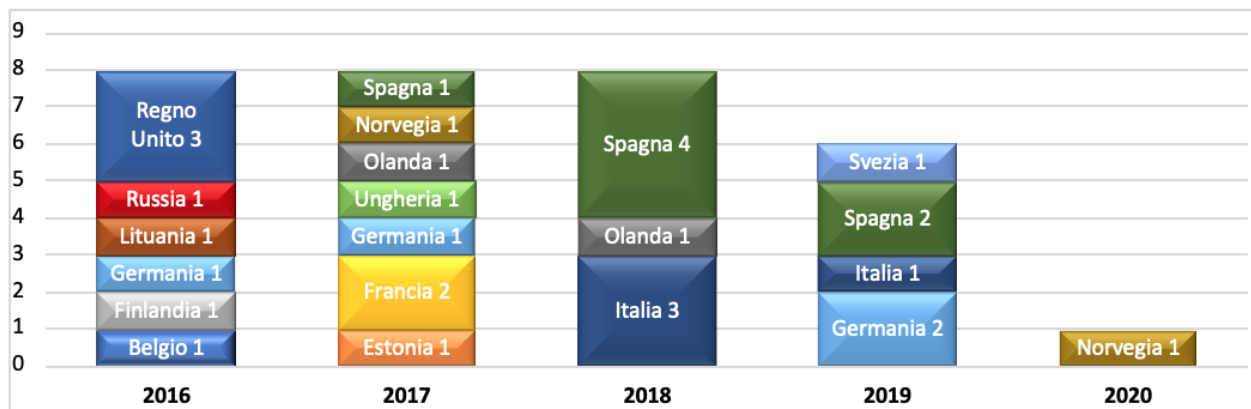


FIGURA 6.15 Sperimentazioni 5G sul verticale mobilità (per anno, 2016-2020)

Fonte: European 5G Observatory, aprile 2020



Paese (Fig. 6.15), si osserva come, tra il 2016 ed il 2020, il triennio 2016-18 sia stato quello con il numero maggiore di sperimentazioni (24 su 31). Nel dettaglio, la maggior parte dei trials si è concentrata inizialmente nel Nord Europa (nelle 8 sperimentazioni effettuate nel 2016, 3 fanno capo al Regno Unito ed 1 a testa in Belgio, Germania, Finlandia, Russia e Lituania), mentre l'ingresso della Francia (2 sperimentazioni nel 2017) e soprattutto della Spagna (5 sperimentazioni tra il 2017 e il 2018) ha allargato il baricentro verso il Sud, insieme all'Italia (4 tra il 2018 e il 2019). I trials condotti nella penisola si sono focalizzati su salute, trasporti, gestione dei rifiuti, logistica, sicurezza

e industria 4.0 nel caso di Cagliari⁷², trasporto automobilistico e stradale, industria 4.0, media e intrattenimento e realtà virtuale nel duplice caso di Roma⁷³; e trasporto, eHealth, industria 4.0, media e intrattenimento, sicurezza pubblica, città intelligenti e realtà virtuale a Bari-Matera⁷⁴.

D'altro canto, però, il trend temporale delle sperimentazioni su 5G nel verticale mobilità mostra come queste sembrino presentare un sensibile rallentamento nell'ultimo biennio. Nel 2020, in particolare, risulta all'attivo una sola nuova sperimentazione (in Norvegia). Occorrerà aspettare i prossimi mesi per capire se questo rappresenta una tendenza di medio periodo o se, passate le restrizioni dovute all'impatto del Covid-19, il numero di sperimentazioni tornerà a crescere.

6.11.3. 5G e guida autonoma: scenari di diffusione e impatto energetico

La possibilità di far transitare informazioni lungo la rete in tempo reale, riducendo la latenza quasi a zero, consente la gestione delle operazioni di guida da parte di algoritmi di intelligenza artificiale che gestiscono veicoli implementati con apposite tecnologie. A tal proposito, la Society of Automotive Engineers (SAE)⁷⁵ ha identificato 6 diversi livelli di automazione, che vanno dallo 0 (nessuna automazione) al 5, che indica veicoli (non ancora esistenti) in grado di guidare in modo completamente autonomo auspicabilmente in tutti i luoghi e in ogni condizione climatica (inclusa, pioggia, vento e neve). Se i livelli 1 e 2 ineriscono l'assistenza alla guida o l'automazione di alcune funzioni, è dal livello 3 che si identificano i primi prototipi di guida autonoma parziale, in cui il sistema è effettivamente in grado di guidare da solo almeno in alcuni tratti. In questi sistemi, tuttavia, è presente la funzione *fallback*, che prevede la presenza del pilota per intervenire nel caso di richiesta (per eventi inaspettati o malfunzionamenti). Nel livello 4 (guida autonoma avanzata), il sistema esegue prolungatamente tutti i task dinamici e risponde ai *fallback* senza aspettarsi l'intervento del pilota, ma ciò avviene solo in determinati contesti ambientali e condizioni meteorologiche.

A livello di diffusione, per queste tipologie di veicoli esistono proiezioni piuttosto divergenti. Dopo un iniziale ottimismo che ha caratterizzato le prime ricerche, le stime più recenti invitano alla

⁷² Si tratta della sesta città italiana a testare il 5G (dopo Milano, Prato, L'Aquila, Bari e Matera, previste nel bando 5 città in 5G).

⁷³ A Roma si sono svolti sia i test di Tim, sia quelli di Fastweb

⁷⁴ Bari e Matera fanno parte delle "5 città 5G" vincitrici del bando del Ministero dello Sviluppo Economico. In questi luoghi TIM, Huawei e Fastweb hanno condotto sperimentazioni sulla realtà virtuale per i turisti e un tool di realtà aumentata per la manutenzione dei motori delle navi.

⁷⁵ SAE International, 2016.

prudenza⁷⁶. Nel dettaglio, il *Victoria Transport Policy Institute*⁷⁷ ha analizzato le proiezioni più recenti ed effettuato delle stime di diffusione dell'auto a guida autonoma ricalibrandole su due fattori: la curva di adozione delle tecnologie precedenti e lo stato di sviluppo effettivo della tecnologia. Per quanto concerne quest'ultimo aspetto numerosi esperti⁷⁸ sottolineano come la ricerca sia ancora ben lontana dal realizzare veicoli capaci di guidare in ogni situazione, a causa di una serie di criticità quali l'interazione con ambienti differenti, la gestione della visibilità e delle diverse condizioni climatiche e la difficoltà di prevedere modalità per gestire ogni eventualità che possa accadere alla guida, anche per l'imprevedibilità degli altri guidatori umani.

Rispetto alle stime effettuate sul tasso di adozione delle altre tecnologie nel tempo si osserva come, ad esempio, l'auto abbia impiegato oltre 50 anni, sin dall'inizio del '900 e fino agli anni 80 per giungere alla saturazione del mercato. Emerge inoltre che gli airbag sono stati introdotti inizialmente nel 1973 (e si sono diffusi sensibilmente solo dopo esser diventati obbligatori) e i veicoli ibridi già dal 1997, ma ancora costituiscano una piccola porzione del parco auto complessivo. Allo stesso modo, i primi sistemi di navigazione erano disponibili già dagli anni 80, ma si stanno diffondendo presso larghe fasce della popolazione solo di recente, grazie all'abbattimento dei costi e all'introduzione di app gratuite quali Google Maps e Waze. Sulla base di tali fattori, il *Victoria Transport Policy Institute* stima che la tecnologia per l'auto completamente autonoma non sarà disponibile prima del secondo decennio del 2000 e che arriverà sul mercato non prima del terzo e solo per i clienti premium. Seguendo la tradizionale curva di diffusione dell'innovazione, si stima

⁷⁶ Secondo il think tank canadese *Victoria Transport Policy Institute*, le stime più ottimiste sono generalmente dovute al fatto che queste provengano prevalentemente dalla stessa industria automobilistica o dall'industria tecnologica. Si citano lo studio di McKinsey (2016), *Automotive Revolution – Perspective Towards 2030*, il report *Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries* di ReThink e *Mobility-As-A-Service: Why Self-Driving Cars Could Change Everything* pubblicato da ARK Investment Management.

⁷⁷ Litman, T., *Victoria Transport Policy Institute*, "Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning" June 2020.

⁷⁸ Le citazioni, riportate dal *Victoria Transport Policy Institute* sono relative a Huei Peng, direttore del Michigan Mobility Transformation Center director, il quale ha dichiarato che "potrebbero passare decenni prima che un veicolo possa guidare da solo in modo sicuro a qualsiasi velocità su qualsiasi strada e con qualsiasi tempo"; al CEO del Toyota Research Institute, secondo cui la guida autonoma "è un obiettivo meraviglioso, ma nessuno di noi nell'industria automobilistica o informatica è vicino al raggiungimento della vera autonomia di livello 5"; e Raquel Urtasun, direttore del laboratorio Uber dei veicoli a guida autonoma, il quale ha affermato che sono abbastanza vicini ad "avere auto a guida autonoma su scala ridotta, su un piccolo insieme di strade, ma nessuno ha una soluzione per auto a guida autonoma che sia abbastanza affidabile e sicura e che funzioni".

che l'auto autonoma sarà disponibile a prezzi abbordabili per i clienti di fascia media solo tra circa 20 anni e diventerà un prodotto di massa non prima del decennio successivo.

TABELLA 6.3 Stime di diffusione delle auto a guida autonoma

	Decade	Nuove vendite (%)	Flotta (%)	Spostamenti (%)
Sviluppo e test tecnologia guida autonoma livello 5	2020s	0	0	0
Disponibilità vetture a prezzo premium	2030s	2-5	1-2	1-4
Disponibilità vetture a guida autonoma a prezzo moderato	2040s	20-40	10-20	10-30
Disponibilità vetture a guida autonoma a prezzo basso	2050s	40-60	20-40	30-50
Caratteristiche standard incluse nella maggior parte dei veicoli	2060s	80-100	40-60	50-80
Saturazione del mercato	2070s			
Acquisto e circolazione solo di veicoli a guida autonoma	?	100	100	100

Fonte: Autonomous Vehicle Implementation Predictions, Victoria Transport Policy Institute, giugno 2020

In termini numerici, quindi, le stime indicano vendite non superiori al 5% delle vendite totali fino al terzo decennio del 2000, mentre si dovrebbero attestare tra il 20% e il 40% dei nuovi veicoli nel quarto. Ciò implica che le auto a guida autonoma non saranno più del 2% del totale parco auto fino al 2030, e non più del 20% fino al 2040. Conseguentemente, la percentuale dei trasbordi effettuata mediante veicoli a guida autonoma non supererà quota 4% del totale prima della fine del 2030, né la soglia del 30% prima del 2040. Il 50% dei percorsi dei mezzi di trasporto

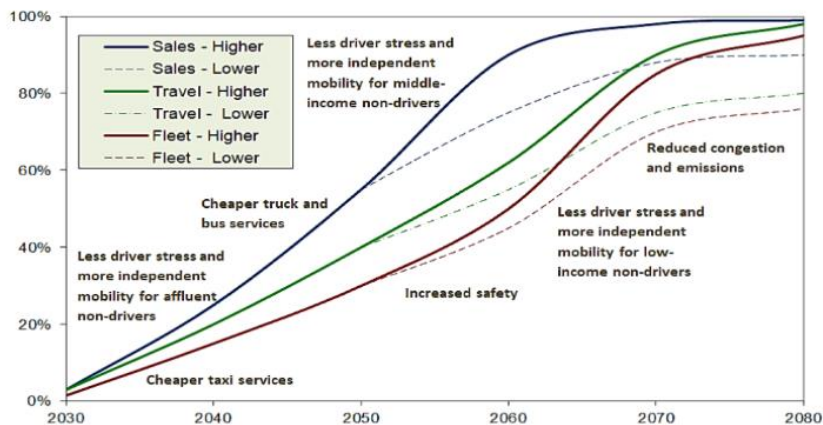


FIGURA 6.16 Andamento di vendite, flotta, viaggi e benefici connessi all'auto a guida autonoma

Fonte: Autonomous Vehicle Implementation Predictions, Victoria Transport Policy Institute, giugno 2020

potrebbe essere effettuato da veicoli a guida autonoma a partire dal 2050, mentre il punto di saturazione, in termini di mercato e di quota sugli spostamenti totali, non verrebbe raggiunto prima del settimo decennio di questo secolo.

I fattori che influiranno maggiormente sulla forchetta previsionale sono costituiti dalla maturità della tecnologia, dall'approvazione regolamentare a livello di test di sicurezza, dai costi incrementali, dalle abitudini dei consumatori, dal prezzo e qualità del servizio e dalle politiche pubbliche.

A livello tecnologico, si osserva come i veicoli durino più a lungo della maggior parte degli altri beni di consumo, ma comportino anche costi maggiori, sia diretti che indiretti. Inoltre, necessitano di una regolamentazione molto più complessa. Per tali ragioni, è verosimile che le tempistiche relative alla sperimentazione e alla regolamentazione saranno lunghe, rallentando la diffusione delle auto a guida autonoma, sia in termini di vendite di veicoli nuovi, sia soprattutto relativamente all'incidenza rispetto al parco veicoli complessivi.

Stimando ottimisticamente una resa adeguata in termini di sicurezza e affidabilità entro il 2025, potrebbe essere necessario attendere fino al 2030 per l'autorizzazione all'immissione sul mercato di questi veicoli. Inoltre è verosimile che, seguendo il classico modello di adozione "a S" dell'innovazione, questi primi prodotti saranno inizialmente appannaggio di un target agiato di consumatori, pur essendo dotati di prestazioni limitate, o di aziende di trasporto o che utilizzano spesso i veicoli per gli spostamenti.

Appare inoltre verosimile che i veicoli autonomi condivisi, in particolare commerciali (quali ad esempio i taxi a guida autonoma) possano diffondersi più rapidamente dei veicoli di cittadini privati, anche perché potrebbero presentare costi operativi moderati a causa della riduzione del costo del lavoro umano. Potrebbero inoltre offrire una discreta praticità e un moderato confort, pur nella riduzione della qualità dovuta alla mancata assistenza umana relativa alla sicurezza e alla pulizia.

Qualora si affermassero modelli di condivisione dei tragitti dei taxi, se da un lato questi potrebbero portare ad una diminuzione di consumi e costi, dall'altro occorrerebbe tenere presente anche la diminuzione in termini di comfort e qualità del servizio: si pensi alla condivisione di spazi con estranei, alla dilatazione dei tempi e alla pulizia degli ambienti. È possibile pertanto che tale modello di gestione si affermi prevalentemente nelle aree urbane, mentre difficilmente troverà grande spazio per gli spostamenti nelle aree suburbane, specialmente nelle prime fasi.

Il secondo grande segmento in cui i veicoli a guida autonoma potrebbero affermarsi è costituito da autobus e camion merci, per via dei percorsi più prevedibili e della composizione dei costi del

servizio, prevalentemente relativi a lavoro umano e consumi. Relativamente al primo aspetto, potrebbero essere previste corsie ad hoc per veicoli a guida autonoma, in modo da ottimizzare il *platooning* in particolare nei tratti di strade extraurbane o autostradali. L'intervento umano potrebbe essere drasticamente ridotto in termini di guida, ma potrebbe permanere, ad esempio nel caso dei bus, per tematiche relative alla sicurezza e all'assistenza dei passeggeri, mentre nel caso dei camion verrebbe prevalentemente dedicato alle operazioni di carico e scarico.

Il miglioramento della qualità dei viaggi, che potrebbe consistere per esempio nella possibilità di dormire e/o lavorare durante i trasbordi, potrebbe affermarsi man mano che i veicoli a guida autonoma si diffonderanno sul mercato. Tuttavia, tale dinamica inciderebbe sensibilmente in termini di consumi e di impatto ambientale. Secondo le proiezioni dello stesso Istituto⁷⁹, è verosimile che l'utilizzo di tali veicoli possa essere incoraggiato anche per gli spostamenti sulle lunghe distanze, determinando un aumento degli spostamenti e quindi dei consumi, allargando la platea dei viaggiatori anche a coloro che non guidano (ad es. minorenni, anziani) e aumentando la comodità e il comfort di viaggio (ad es. introducendo la possibilità di effettuare altre operazioni mentre ci si sposta, come lavorare o dormire), A ciò si aggiungono gli spostamenti a vuoto (es. il farsi venire a prendere dalla propria auto senza pilota, o far girare l'auto per trovare parcheggio). Ciò a patto che vengano ridotti i costi operativi del veicolo, altrimenti è probabile che gli utilizzatori si rivolgano ad altri mezzi o forme di trasporto.

Allo stato attuale, infatti è possibile che le corse aggiuntive garantite dalle auto a guida autonoma non siano "efficienti", poiché portatrici di costi esterni significativi e non compensati dai benefici, almeno nel breve-medio periodo. Se tale ipotesi fosse vera, potrebbe verificarsi una maggiore diffusione dei veicoli a guida autonoma nelle aree urbane, per un utilizzo condiviso. Ma, in caso di costi sostenibili, potrebbe verificarsi anche la condivisione di veicoli da parte di abitanti delle aree suburbane, quindi con un incremento notevole di tragitti e consumi. Per tali ragioni, si osserva come l'impatto complessivo dell'introduzione di una tale innovazione sui consumi non sia allo stato attuale stimabile con precisione, poiché fortemente correlato al tipo di adozione, di tecnologia disponibile sul mercato e alle politiche finalizzate a regolamentarne e indirizzarne l'utilizzo. Le stime dell'Istituto indicano, con le attuali normative, un incremento nel numero e nella lunghezza delle tratte tra il 10% ed il 30%. È evidente tuttavia che tali proiezioni siano particolarmente legate al tipo di abitudini della popolazione considerata, al contesto geografico e a quello sociale. Inoltre, politiche finalizzate alla riduzione dei costi per i veicoli condivisi potrebbero portare all'ottimizzazione dei viaggi e ad una riduzione dei consumi.

⁷⁹ *Ibidem.*

In generale, quindi, si osserva come la possibile introduzione dell'auto a guida autonoma sia solo uno dei molteplici fattori che possono influenzare la domanda e quindi i futuri trend del mondo dei trasporti. Il loro impatto dipenderà probabilmente dal modo in cui i veicoli autonomi interagiranno con altre tendenze, come soprattutto un eventuale cambio di paradigma da veicoli privati a veicoli condivisi. Per ottimizzare i benefici e ridurre i costi dell'introduzione di tali veicoli saranno quindi necessari continui e dettagliati monitoraggi, utili a indirizzare e sostenere politiche *ad hoc*.

7. UN NUOVO SPAZIO PER IL LAVORO

7.1. INTRODUZIONE

Tra le novità della fase eccezionale della pandemia COVID-19 trova un posto significativo quello che in tanti hanno chiamato smart working, la principale delle forme di organizzazione del lavoro verso cui imprese e Pubblica Amministrazione hanno riorientato, dove possibile, le proprie attività. Una modalità che fino a pochi mesi era ritenuta dai più una strada sperimentale di digitalizzazione e del lavoro è risultata necessaria per assicurare la continuità delle attività aziendali.

Lo smart working, nell'accezione più ampia, costituisce altresì un elemento importante di una nuova cultura manageriale fondata sulla restituzione alle persone di flessibilità e autonomia nella scelta degli spazi, degli orari e degli strumenti da utilizzare a fronte di una maggiore responsabilizzazione sugli obiettivi conseguiti. In questo modo, rappresenta un approccio innovativo alle modalità di lavoro e collaborazione all'interno di un'azienda o della Pubblica Amministrazione, che si basa su quattro pilastri fondamentali: revisione della cultura organizzativa, flessibilità rispetto a orari e luoghi di lavoro, dotazione tecnologica e spazi fisici (Corso, 2020). Si comprende bene come, rispetto al telelavoro, e quindi alla mera trasposizione delle attività lavorativa in altra sede, lo smart working esprima una visione più complessiva di ripensamento del lavoro.

7.2. UN QUADRO COMPARATO DELL'UNIONE EUROPEA

Lo smart working non è questione soltanto italiana. L'opportunità di promuovere forme di lavoro agile si trova recepita anche nella normativa europea. La Risoluzione del 13 settembre 2016⁸⁰ afferma che il Parlamento europeo sostiene il "lavoro agile", inteso come *“un approccio all'organizzazione del lavoro basato su una combinazione di flessibilità, autonomia e collaborazione, che non richiede necessariamente al lavoratore di essere presente sul posto di lavoro o in un altro luogo predeterminato e gli consente di gestire il proprio orario di lavoro, garantendo comunque il rispetto del limite massimo di ore lavorative giornaliere e settimanali stabilito dalla legge e dai contratti collettivi”*. La Risoluzione, quindi, evidenzia *“il potenziale offerto dal lavoro agile ai fini di un migliore equilibrio tra vita privata e vita professionale, in particolare per i genitori che si reinseriscono o si immettono nel mercato del lavoro dopo il congedo di maternità o*

⁸⁰ Risoluzione del Parlamento europeo del 13 settembre 2016 sulla creazione di condizioni del mercato del lavoro favorevoli all'equilibrio tra vita privata e vita professionale.

parentale”. Allo stesso tempo, tuttavia, “*si oppone alla transizione da una cultura della presenza fisica a una cultura della disponibilità permanente*” e, pertanto, invita la Commissione, gli Stati membri e le parti sociali, in sede di elaborazione delle politiche in materia di lavoro agile, a garantire che esse “*non impongano un onere supplementare ai lavoratori, bensì rafforzino un sano equilibrio tra vita privata e vita professionale e aumentino il benessere dei lavoratori*”. In più, sottolinea la necessità di concentrarsi sul conseguimento di obiettivi occupazionali al fine di scongiurare l'abuso di queste nuove forme di lavoro, oltre a invitare a promuovere il potenziale offerto da tecnologie quali i dati digitali, internet ad alta velocità, la tecnologia audio e video per l'organizzazione del (tele)lavoro agile.

In Europa, inoltre, si vanno diffondendo a livello nazionale le discipline più varie di regolamentazione del lavoro agile: si va dal *flexible working* del Regno Unito e dei Paesi Bassi, al *Lavoro 4.0* della Germania al concetto di *New Ways of Working* o *New World of Working* del Belgio, alla flessibilizzazione del telelavoro introdotto in Francia con la riforma della *Loi Travail* dell'agosto 2017 (Gangai, 2019). Ciononostante, emerge una consistente variabilità della diffusione del lavoro agile tra gli Stati europei. Se guardiamo alla quota di occupati che lavorano abitualmente da casa, l'UE a 27 presenta una percentuale del 5,4% nel 2019, in crescita di due decimi di punto rispetto al 2018 (Fig. 7.1).

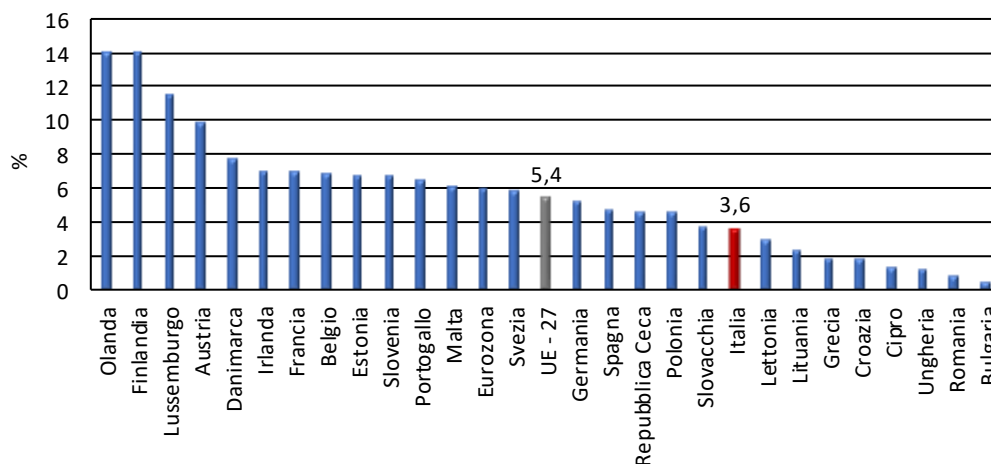


FIGURA 7.1 Occupati che lavorano abitualmente da casa (% sul totale occupati, 2019)

Fonte: Eurostat, 2020

L'Eurozona presenta un valore medio più elevato, pari al 6%. Tra i Paesi UE, i valori più alti si registrano in Olanda e Finlandia, con il 14,1%, seguite da Lussemburgo (11,6%) e Austria (9,9%). Le percentuali più basse, al contrario, sono quelle di Cipro (1,3%), Ungheria (1,2%), Romania (0,8%) e Bulgaria (0,5%). L'Italia si colloca solo 19esima su 27 Paesi, con una quota del 3,6%, costante rispetto all'anno precedente.

Se si considerano, invece, gli occupati che lavorano saltuariamente da casa, la variabilità dei risultati tra gli Stati europei aumenta notevolmente e la posizione dell'Italia peggiora sia in termini relativi sia in termini assoluti (Fig.7.2). La media europea passa dal 5,4% al 9%, poco sopra quella dell'Eurozona (8,9%). La Svezia vanta un 31,3%, quasi un lavoratore su tre, quindi, lavora saltuariamente da casa. Seguono l'Olanda (23%), il Lussemburgo (21,5%) e la Danimarca (20,7%). L'Italia si posiziona terzultima sui 27 Paesi UE, con l'1,1%, dietro Cipro (1,2%) ed avanti a Bulgaria e Romania (entrambe allo 0,6%).

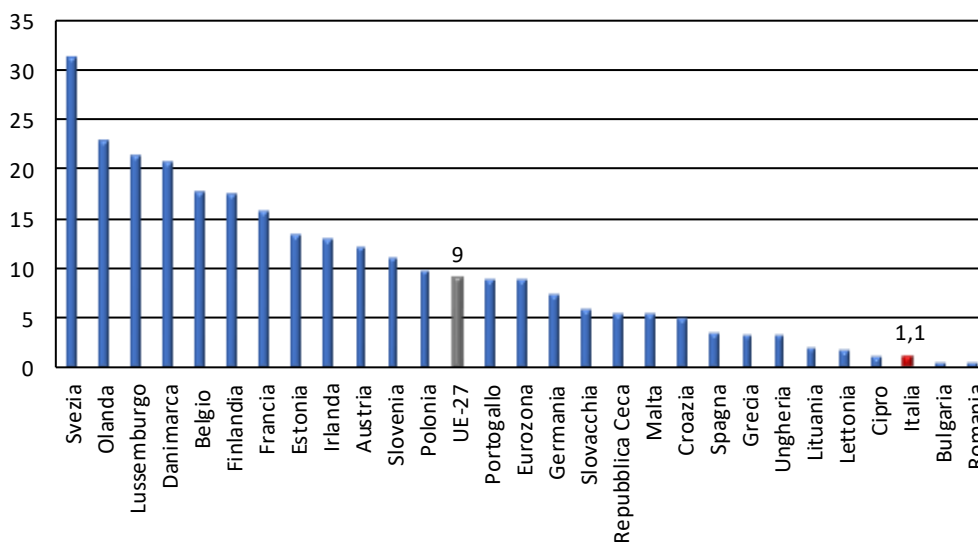


FIGURA 7.2 Occupati che lavorano saltuariamente da casa (% sul totale occupati, 2019)

Fonte: Eurostat, 2020

L'applicazione dello smart working in Italia presenta anche alcuni fattori atipici nello scenario continentale. Ad esempio, nella media UE, sono più le donne che gli uomini a beneficiare delle possibilità di lavoro da casa. Tornando agli occupati che lavorano abitualmente da casa, rispetto a un dato medio del 5,4%, considerando solo le donne otteniamo un dato del 5,7% contro un 5,2%

per gli uomini. Al contrario, per l'Italia, rispetto a una media del 3,6% si registra un 3,8% per gli uomini e un 3,3% per le donne. L'Italia, invece, appare in linea con un'altra regolarità che emerge dalla diffusione dello smart working in Europa e relativa a un dato anagrafico. Per l'UE, infatti, i lavoratori più anziani hanno maggiori possibilità di lavorare da casa rispetto ai lavoratori più giovani. Per la fascia di occupati tra i 40 e i 64 anni, lavora da casa il 6,3% degli occupati. Nella fascia di età 15-39 anni, questa quota si riduce al 4,2%. Per l'Italia, su livelli più bassi, si mantiene lo stesso ordinamento. Tra i 15 e i 39 anni, lavora da casa il 2,9% degli occupati, una percentuale che diventa pari al 3,9% tra i 40 e i 64 anni.

Sommando occupati che lavorano abitualmente e saltuariamente da casa, pur negli effetti di ricomposizione derivanti dal passaggio da uno stato all'altro, è possibile vedere come è cambiata la quota di telelavoratori in Europa negli ultimi anni. Tra il 2010 e il 2019, questa è aumentata del 29%, dall'11,2% al 14,4% (Fig. 8.3). Il solo tra i maggiori Stati europei a mostrare una performance migliore è la Spagna, che ha conosciuto un incremento del 34%, collocandosi tuttavia sotto la media europea (8,3% nel 2019). La Francia, al contrario, presenta la quota più elevata di lavoratori da casa, pari al 22,7%. La Germania rappresenta un caso atipico, in quanto conosce una riduzione marginale del parametro considerato (-2%). L'Italia è fanalino di coda per quota di occupati da casa, oltre a evidenziare un tasso di crescita pari a un quarto della media europea nel periodo 2010-2019. Infatti, i telelavoratori italiani abituali o saltuari sono aumentati del 7%, da 4,4% nel 2010 a 4,7% nel 2019.

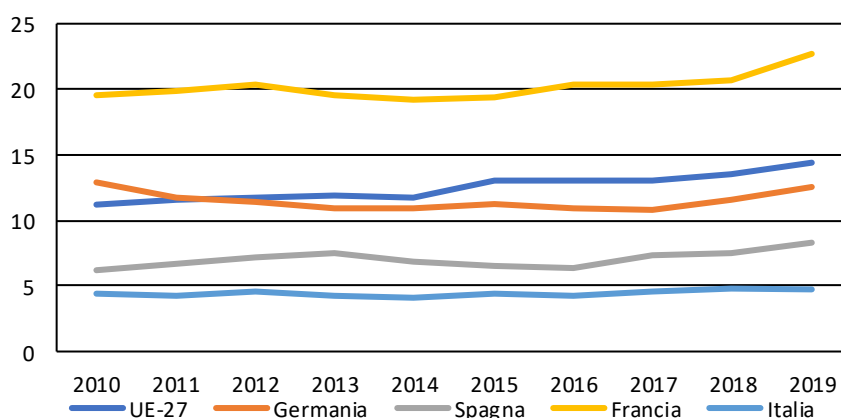


FIGURA 7.3 Occupati che lavorano da casa (% sul totale occupati, 2010-2019)

Fonte: Eurostat, 2020

Se guardiamo, inoltre, soltanto ai lavoratori autonomi, come prevedibile, la quota di coloro che lavorano da casa si alza, attestandosi al 19,4% per l'UE-27. Anche in questo caso, tuttavia, l'Italia si colloca ben sotto il dato medio continentale, in quanto è il 12,9% dei lavoratori autonomi a lavorare da casa.

Esplorando le motivazioni, sicuramente molteplici, di una diffusione inferiore del lavoro agile in Italia rispetto a gran parte dei Paesi europei, è opportuno considerare la struttura occupazionale italiana e in particolare quanto le mansioni degli occupati italiani si possano svolgere in remoto oppure, al contrario, siano legate a una presenza fisica nei locali aziendali. A questo fine, guardiamo alla percentuale di occupati che usano computer con accesso a internet, cioè la quota di lavoratori che potrebbe con più facilità lavorare a distanza. In questo ambito, nonostante una tendenza significativa al recupero evidente negli ultimi 10 anni, l'Italia sconta un chiaro ritardo. Si sottolinea, infatti, che rispetto a una media dell'UE a 27 pari al 54% di occupati che usano un computer con accesso a internet sul totale degli occupati, l'Italia si ferma al 50%. Il divario si fa più significativo se guardiamo ai principali Paesi partner dell'Italia sullo scenario europeo. Francia, Germania e Spagna, infatti, mostrano rispettivamente un'incidenza pari al 62%, 59% e 52%. Produce fiducia, tuttavia, il trend di recupero disegnato dall'Italia nell'ultimo decennio (Fig. 7.4). Comparata al 2010, la percentuale di occupati che usa un computer con accesso a internet del 2019 è cresciuta per l'Italia del 52%, quasi il doppio rispetto alla media europea, che ha conosciuto una crescita del 29%. Francia, Spagna e Germania mostrano incrementi pari al 41%, 20% e 18%. A questo ritmo, l'Italia dovrebbe superare la media europea nell'arco di un triennio. Ben più tempo, al contrario, sarebbe necessario per portarsi al livello dei grandi Stati europei.

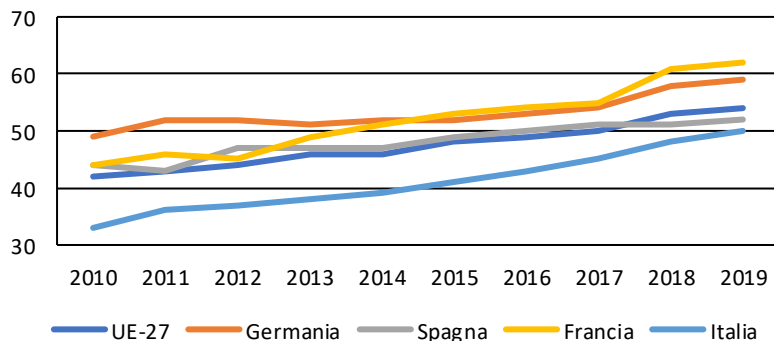


FIGURA 7.4 Occupati che usano un computer con accesso a internet (% sul totale occupati, 2019)*

Fonte: Eurostat, 2020

* si prendono in considerazione le società con almeno 10 dipendenti, ad esclusione del settore finanziario

Non si registra, invece, un gap relativo alla connessione delle imprese a internet. Se la percentuale di imprese con accesso a internet nell'UE-27 è pari al 97%, l'Italia è al 98% come la Spagna. Francia e Germania si collocano rispettivamente al 100% e al 99%. Anche se consideriamo la connessione a banda larga, l'Italia si posiziona sul livello della media europea (96%).

Torna a evidenziarsi un ritardo, seppur ridotto, dell'Italia, se verifichiamo la quota di occupati a cui viene fornita dall'impresa un *device* portatile, che si può connettere a Internet, per motivi di lavoro. Per il 2019, questa percentuale è del 28% per l'UE-27 contro il 25% dell'Italia.

In questo caso, la Germania presenta la stessa incidenza dell'Italia, mentre Francia e Spagna sono al 32% e al 29%. Tra le ragioni di un ricorso inferiore allo smart working rispetto alla media continentale, troviamo in primis elementi di base, quali l'accesso a internet e la diffusione della banda larga, che figurano tra i presupposti per la diffusione delle tecnologie ICT tra la popolazione. Secondo dati Eurostat 2019, se nelle media UE-27, negli ultimi tre mesi ha fatto accesso a internet l'86% della popolazione, per l'Italia questa quota si riduce al 76%. La Germania, la Francia e la Spagna presentano rispettivamente percentuali del 93%, 89%, 91%. Se verifichiamo, poi, le possibilità di connessione a banda larga, l'88% delle famiglie dell'UE a 27 beneficia di questo strumento, come il 94% della Germania, il 91% della Spagna e l'83% della Francia. L'Italia è all'84%. Sono da segnalare, inoltre, divari importanti di accesso alla banda larga sia per territorio (solo il 68% dei piccoli comuni), sia per anagrafe (fra i nuclei familiari solo da ultrasessantacinquenni, il collegamento a banda larga scende al 34%) sia per istruzione: nelle famiglie dove è presente un laureato la connessione a banda larga è sopra il 90%, dove il livello di istruzione massimo è la terza media il dato si dimezza (Fammoni, 2020).

Nel complesso, annualmente è l'indice DESI elaborato dalla Commissione europea a testimoniare il ritardo italiano nella diffusione delle tecnologie digitali. Il DESI 2020⁸¹, che passa in rassegna gli Stati europei sulla base di cinque dimensioni (connettività, competenze digitali, utilizzo dei servizi internet da parte dei cittadini, integrazione delle tecnologie digitali da parte delle imprese, servizi digitali pubblici) colloca l'Italia al quartultimo posto, dietro Cipro e ad avanti a Romania, Grecia e Bulgaria (Fig. 7.5).

⁸¹ The Digital Economy and Society Index (DESI). Vd. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

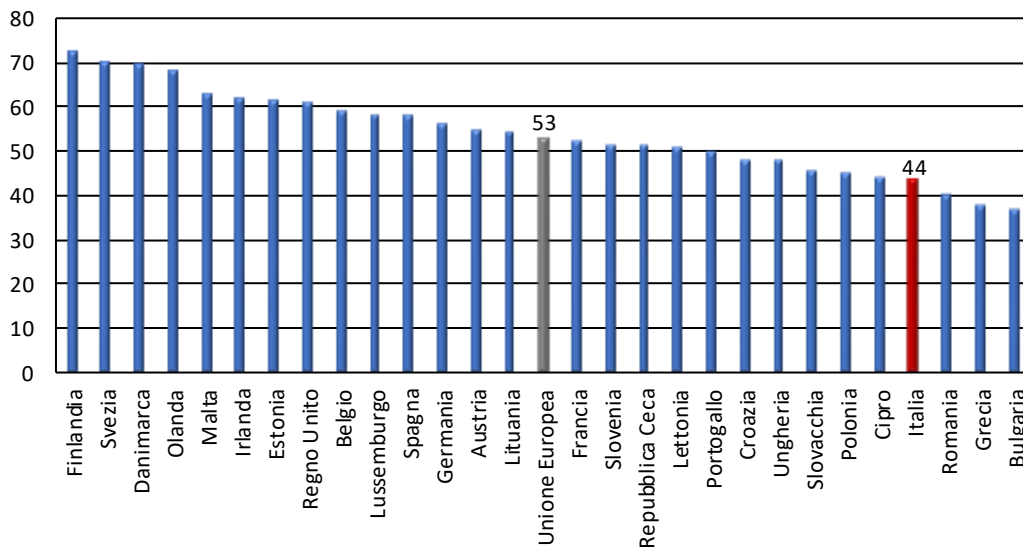


FIGURA 7.5 Il Digital Economy and Society Index (DESI) 2020

Fonte: Eurostat, 2020

Il gap italiano è particolarmente significativo a riguardo delle competenze digitali, più ridotto a riguardo dell'utilizzo di internet da parte dei cittadini e dell'integrazione delle tecnologie ICT da parte delle imprese. In merito alla connettività e ai servizi digitali pubblici, l'Italia è poco sotto la media europea.

Il gap italiano è particolarmente significativo a riguardo delle competenze digitali, più ridotto a riguardo dell'utilizzo di internet da parte dei cittadini e dell'integrazione delle tecnologie ICT da parte delle imprese. In merito alla connettività e ai servizi digitali pubblici, l'Italia è poco sotto la media europea.

La media italiana, inoltre, oscura divari territoriali persistenti. Basti prendere in considerazione alcuni indicatori elementari come la quota delle famiglie che hanno accesso a internet o che si connettono tramite banda larga per averne una misura (Fig.7.6). Con riguardo alle prime, rispetto a una media dell'85%, si registra un massimo nella Provincia Autonomia di Trento, (92%), seguita da Emilia Romagna (90%) e Veneto (89%). Al fondo della classifica troviamo Puglia (79%), Sicilia (78%) e Calabria (77%). Guardando alla quota di famiglie che dispongono della banda larga si nota una variabilità molto simile.

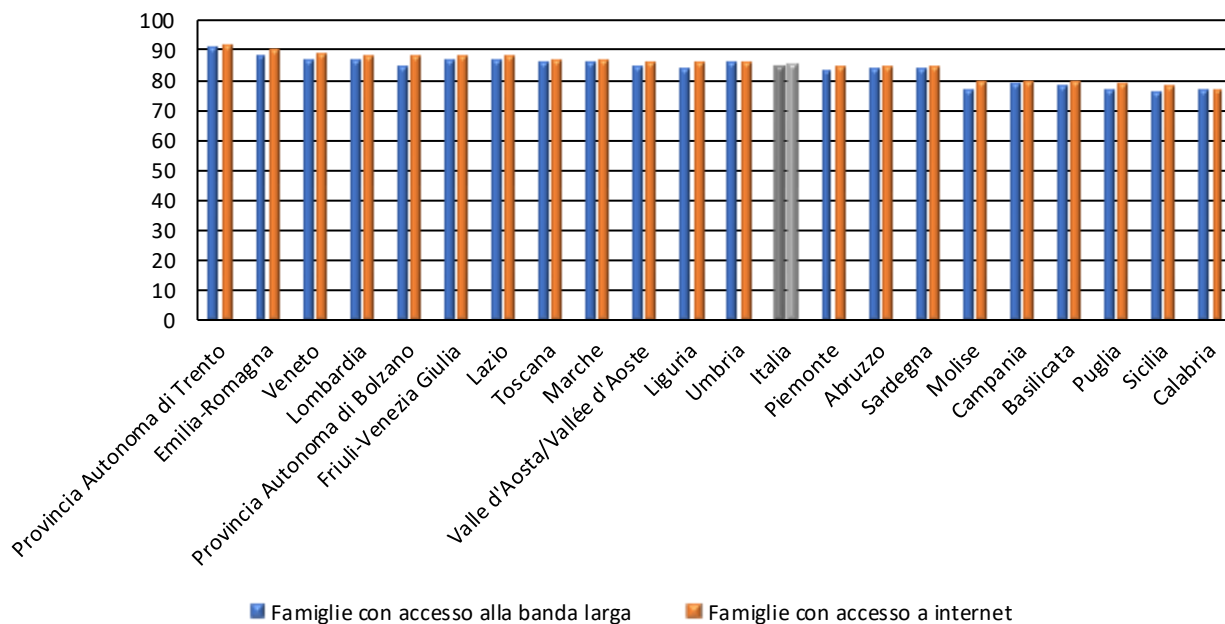


FIGURA 7.6 Le famiglie italiane e la connessione a internet per regione (% ,2019)

Fonte: Eurostat, 2020

7.3. LAVORARE DA REMOTO IN ITALIA

Dopo un periodo di vuoto normativo e sperimentazioni diffuse (insieme a una buona dose di confusione terminologica), lo smart working in Italia ha trovato una maggiore sistematizzazione con la legge n.81 del 22 maggio 2017⁸² (anche detta “Legge sul Lavoro Agile”) finalizzata a regolare la materia del lavoro da remoto. La legge definisce i diritti dello smart worker, il controllo da parte del datore di lavoro, gli strumenti tecnologici e le modalità con cui viene eseguita l'attività da remoto. All’art.18 troviamo una definizione di lavoro agile basata sulla flessibilità organizzativa, la volontarietà delle parti coinvolte e l’adozione di strumenti tecnologico. Per la normativa, infatti, il lavoro agile va inteso quale *“modalità di esecuzione del rapporto di lavoro subordinato stabilita mediante accordo tra le parti, anche con forme di organizzazione per fasi, cicli e obiettivi e senza precisi vincoli di orario o di luogo di lavoro, con il possibile utilizzo di strumenti tecnologici per lo svolgimento dell’attività lavorativa”*. Le finalità dell’introduzione dello smart working vengono

⁸² Legge 22 maggio 2017, n. 81 Misure per la tutela del lavoro autonomo non imprenditoriale e misure volte a favorire l'articolazione flessibile nei tempi e nei luoghi del lavoro subordinato.

individuate nell'incremento della competitività e nell'agevolazione della conciliazione dei tempi di vita e di lavoro. La Legge sul Lavoro Agile, inoltre, stabilisce la necessità di un accordo scritto concordato tra datore di lavoro e lavoro che definisca i termini dell'esecuzione della prestazione lavorativa fuori dai locali dell'azienda, la durata dell'accordo, il rispetto dei tempi di riposo, il diritto alla disconnessione e le modalità di recesso. Viene, poi, garantita la parità di trattamento economico e normativa, oltre al diritto all'apprendimento permanente. I lavoratori che aderiscono a un accordo di smart working sono altresì tutelati nell'eventualità di infortuni e malattia professionali per quelle prestazioni che svolgono fuori dai locali della società sia quando si trovano in itinere. Si segnala, poi, che dal novembre 2017, è disponibile sul portale del Ministero del Lavoro una piattaforma informatica per la trasmissione degli accordi individuali di lavoro agile. Il legislatore italiano ha anche normato lo svolgimento di iniziative di smart working all'interno della Pubblica Amministrazione. La legge 124/2015 (meglio conosciuta come "Legge Madia")⁸³ ha, infatti, introdotto il tema del lavoro agile anche per i dipendenti della Pubblica Amministrazione, prevedendo nuove misure per la promozione della conciliazione dei tempi di vita e di lavoro e chiedendo alla PA di fissare obiettivi annuali per l'attuazione del telelavoro e di sperimentare, anche al fine di tutelare le cure parentali, nuove modalità spazio-temporali di svolgimento della prestazione lavorativa, appunto lo smart working. Successivamente a questa legge delega, la Direttiva n. 3/2017⁸⁴ emanava delle linee guida in materia di conciliazione dei tempi di vita e di lavoro, definendo gli aspetti organizzativi, la gestione del rapporto di lavoro e le relazioni sindacali, le infrastrutture tecnologiche e la protezione dei dati, la misurazione e la valutazione della performance, la salute e la sicurezza sul lavoro e ulteriori questioni. L'INAIL, inoltre, relativamente ad ambiti come la tutela assicurativa, la classificazione tariffaria, la retribuzione imponibile, ha dichiarato che nessuno di questi subirà variazioni con l'adozione di lavoro in modalità agile⁸⁵. La Legge di Bilancio del 2019, poi, ha stabilito alcuni criteri di priorità per l'accesso ai progetti di smart working. Ad esempio, si chiede di dare priorità alle lavoratrici nei 3 anni successivi alla conclusione del periodo di congedo obbligatorio di maternità e ai lavoratori con figli disabili. Si tratta di disposizioni, tuttavia, che palesano una comprensione ancora insufficiente dello smart working, che lo riconduce per lo più a una possibilità per i lavoratori che ne fanno richiesta e, in particolare, per coloro che hanno necessità di conciliazione del lavoro con esigenze familiari. Ad ottobre 2019,

⁸³ Legge 7 agosto 2015, n. 124 Deleghe al Governo in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche.

⁸⁴ Direttiva n. 3 del 2017 in materia di lavoro agile.

⁸⁵ Circolare Inail n. 48 del 2 novembre 2017 Lavoro agile. Legge 22 maggio 2017, n. 81, articoli 18-23. Obbligo assicurativo e classificazione tariffaria, retribuzione imponibile, tutela assicurativa, tutela della salute e sicurezza dei lavoratori. Istruzioni operative.

gli smart worker italiani⁸⁶, secondo l'Osservatorio smart working del Politecnico di Milano⁸⁷, erano circa 570mila⁸⁸, in crescita del 20% rispetto al 2018. Si nota un vantaggio delle grandi imprese nell'introduzione di modalità agili di lavoro. Nel 2019, infatti, la quota di grandi imprese che ha avviato al suo interno progetti di smart working è del 58%, in crescita marginale rispetto al 56% del 2018. A queste percentuali vanno sommate un 7% di imprese che ha già attivato iniziative informali e un 5% che immagina di farlo nell'anno successivo. Del restante 30%, il 22% dichiara probabile l'introduzione dello smart working, mentre l'8% non sa se lo farà o non mostra alcun interesse. Si riscontra, inoltre, un aumento di maturità delle iniziative: esse, invero, abbandonano lo stato di sperimentazione e vengono estese ad un maggior numero di lavoratori: il 49% dei progetti analizzati dall'Osservatorio è a regime e la popolazione aziendale media coinvolta passa dal 32% al 48%. Nonostante questi dati positivi, nella metà dei progetti strutturati, lo smart working è concepito soltanto come lavoro da remoto. L'altra metà dei progetti segue un modello più completo che prevede non solo la flessibilità di luogo e di orario, ma anche il ripensamento degli ambienti in ottica di "ufficio smart". In più, a riguardo del numero di giornate da remoto, la scelta più frequente è quella di lavorare da remoto 4 giorni al mese, nel 25% dei casi 8 giorni al mese, solo il 10% consente di lavorare da remoto senza alcun vincolo. Il numero di giorni al mese di lavoro smart si vanno ampliando con il passare del tempo dall'introduzione del progetto. Le aziende con progetti avviati da meno di tre anni, infatti, contemplano principalmente 4 giornate al mese (o 2 in alcuni casi); mentre le società che hanno introdotto lo smart working da un lasso più lungo di tempo permettono un maggior numero di giornate di lavoro da remoto e, nel 17% delle società considerate, eliminano i vincoli, 6 punti percentuali in più rispetto alle aziende con progetti più recenti. In relazione alla flessibilità del luogo di lavoro, il 40% consente ai dipendenti di lavorare da qualsiasi luogo, ma l'opzione più diffusa rimane l'abitazione del dipendente (98%), seguita da altre sedi aziendali (87%). Successivamente troviamo gli spazi di *coworking* (65%), i luoghi pubblici (60%) e spazi presso clienti o fornitori (56%). Le PMI mostrano una diffusione minore dello smart working rispetto alle grandi realtà aziendale, ma presentano tassi di crescita superiori. I progetti strutturati, infatti, passano dall'8% del 2018 al 12% del 2019. Vista anche la minore complessità organizzativa, prevalgono tuttavia i progetti informali, che salgono dal 16% al 18%. Tuttavia, risulta preoccupante

⁸⁶ Si intendono per smart worker i "lavoratori dipendenti che godono di flessibilità e autonomia nella scelta dell'orario e del luogo di lavoro, disponendo di strumenti digitali per lavorare in mobilità".

⁸⁷ Per una visione complessiva della rilevazione condotta, vd.

https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/crescita-smart-working-engagement-italia-2019

⁸⁸ La stima si basa sulla rilevazione di un campione di 1.000 lavoratori rappresentativo della popolazione di impiegati, quadri e dirigenti che lavorano in organizzazioni con almeno 10 addetti.

l'incremento della percentuale di imprese disinteressate al tema, che si alza dal 38% al 51%. Tra le motivazioni del disinteresse ad avviare lo smart working, si segnalano la difficoltà di applicare questo modello organizzativo alla propria realtà di impresa (68%) e la resistenza dei vertici dell'azienda (23%). Secondo l'analisi fornita dall'Osservatorio, questi sono dati spiegati dal fatto che nelle PMI lo smart working viene ridotto esclusivamente alla possibilità di lavorare da casa, un modello irrealizzabile per settori dove la presenza fisica del dipendente è difficilmente derogabile, come il commercio e la manifattura. Per questo, non ci si stupisce nel notare che le figure per cui lo smart working è più diffuso sono quelli legati alla gestione del personale e alla proprietà e direzione IT. Un focus particolare è possibile sugli studi professionali⁸⁹. Anch'essi non sono esenti da un divario legato alle dimensioni di impresa. Lo smart working, infatti, è una possibilità contemplata dalla maggior parte degli studi professionali. Ciononostante, i progetti strutturati sono avviati soprattutto dagli studi di grandi e medie dimensioni (rispettivamente il 47% e il 40% del campione), scendono in misura consistente fra le micro e le piccole realtà (rispettivamente il 26% e il 21%). Il gap si fa più ampia se si vagliano le diverse dimensioni dello smart working: micro, piccoli e medi studi, infatti, si caratterizzano in particolare per quanto riguarda la flessibilità dell'orario di lavoro (tutti oltre l'80%) e la possibilità di lavorare da casa (dal 70% per i micro studi all'85% per i medi). Al contrario, soffrono un ritardo a riguardo delle tecnologie per lavorare in mobilità (le garantisce il 46% dei micro studi e il 66% dei piccoli, mentre questa quota sale al 77% per i medi e all'88% per i grandi). Emerge, inoltre, che meno di un terzo prevede obiettivi formalmente assegnati e ripensa gli spazi di lavoro (il 21% dei micro, il 32% dei piccoli, il 28% dei medi). Si segnala, poi, che i dipendenti sono meno coinvolti nelle forme di smart working rispetto ai professionisti: la percentuale per i primi calano di diverse decine di punti per le varie dimensioni del lavoro agili se comparate a quelle registrate per i professionisti. Per gli studi di micro dimensioni, il 23% ha avviato iniziative di smart working, il 39% per gli studi piccoli, il 58% per gli studi dimensioni (nel 25% dei casi si tratta di progetti strutturati, nel 33% progetti informali). Se si considerano le categorie professionali, gli studi che presentano le performance migliori sono quelle degli studi multidisciplinari. Di seguito troviamo gli avvocati, i commercialisti e i consulenti del lavoro.

È tra le Pubbliche Amministrazioni, invece, che si segnala la crescita più significativa. Tra il 2018 e il 2019, infatti, i progetti strutturati di smart working nel settore pubblico raddoppiano, passando dall'8% al 16%; in più, il 7% delle PA ha attivato iniziative informali (erano l'1% nel 2018) e il 6%

⁸⁹ Osservatorio smart working del Politecnico di Milano, *Smart working per avvocati, commercialisti e consulenti del lavoro in 2 studi su 3, ma i dipendenti sono ancora poco coinvolti*, 14 maggio 2020.

prevedeva di avviarle nei successivi dodici mesi. Anche tra le PA, come tra le imprese, si avverte un discrimine della propensione ad avviare progetti di smart working basato sulle dimensioni. Il 42% delle PA di grandi dimensioni ha introdotto iniziative strutturate e il 7% ha attivato iniziative informali. Ciononostante, il ritardo rimane marcato: quasi 4 PA su 10 non hanno progetti di smart working, il 31% è incerto e il 7% risulta disinteressato. Si segnala, poi, una limitata diffusione dei progetti di smart working all'interno delle PA che pure li hanno attivato. In media essi coinvolgono il 12% dei dipendenti dell'amministrazione, percentuale di 4 volte inferiore rispetto a quelle delle grandi aziende. Si tratta, inoltre, di una quota molto vicina al 10% che la direttiva Madia stabiliva come limite inferiore all'adozione di iniziative di smart working, a testimonianza, secondo l'Osservatorio, di come l'approccio della PA sia meramente di adempimento normativo. Inoltre, per la PA lo smart working risulta spesso un mero strumento di conciliazione. La selezione delle persone da coinvolgere nelle iniziative di lavoro agile avviene principalmente considerando esigenze familiari, quali i rientri dalla maternità (nel 70% delle PA) o la presenza di disabilità o familiari a carico (57%). Solo in secondo piano, quale criterio distintivo, perviene la valutazione delle caratteristiche dell'attività svolta dal dipendente (57%).

7.4. TUTTI ALLA RICERCA DI SMART WORKING: DAI MOTORI DI RICERCA AI SOCIAL

Seppure, come si è visto, adottato da anni, nonostante le quote ridotte, anche rispetto agli altri Paesi europei, è nella crisi COVID-19 che lo smart working ha avuto non solo la diffusione più ampia, ma anche la notorietà maggiore, che ne fa in questi mesi uno degli argomenti più discussi sia nella pubblicitaria sia nella stampa specialistica. Si tratta, per di più, di una modalità particolarmente restrittiva di smart working, viste le doverose misure di lockdown. Infatti, la natura dello smart working, inteso come “modalità di esecuzione del rapporto di lavoro subordinato caratterizzato dall'assenza di vincoli orari o spaziali”⁹⁰ grazie all'ausilio di dispositivi e tecnologie digitali, si è ridotta meramente alla trasposizione del lavoro nella dimensione domestica. Nei mesi di più ampia propagazione della pandemia, insieme all'ampliamento del ricorso allo smart working, si registra tuttavia una maggior conoscenza della possibilità dello smart working e, prima ancora, una marcata curiosità verso le possibilità dello stesso. Né sono un termometro le ricerche di Google Trends, essendo il motore di ricerca fondato da Larry Page e Sergey Brin il principale strumento di indagine dei propri interessi, per lo meno nel mondo occidentale. Emerge come, guardando agli ultimi 12

⁹⁰ Definizione del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Vd. <https://www.lavoro.gov.it/strumenti-e-servizi/smart-working/Pagine/default.aspx>.

mesi di uso di Google Trends, se la ricerca del termine *smart working* in Italia è stata prossima allo 0 (rispetto agli ultimi mesi) fino a fine febbraio, è a partire dalla scoperta dei focolai lombardi che la curiosità degli italiani verso il lavoro agile si fa più consistente, fino a raggiungere il 100 (numero indice) tra l'8 e il 14 marzo, in corrispondenza dell'estensione della zona rossa all'intera Penisola (Fig.7.7). Da lì in poi, il numero delle ricerche va declinando, ma nel momento in cui si scrive si attesta comunque a un livello pari a circa 30 volte quello pre-COVIDCOVID. La ricerca di "*smart working*" nel motore USA, nell'anno considerato, è diffusa in tutte le regioni, con picchi nel Lazio (100), Lombardia (90), Piemonte (84) e i livelli più bassi in Abruzzo (65), Valle d'Aosta (64) e Trentino Alto Adige (55). Se invece si guarda ai mesi del lockdown, la gerarchia tra le regioni cambia, mantenendo ciononostante nelle prime posizioni il Lazio e la Lombardia. Indagando gli argomenti correlati alla ricerca su "*smart working*", si segnala l'interesse degli italiani sia per le misure di contrasto alla pandemia adottata dal Governo sia su come queste si conciliano con i diritti dei lavoratori. Tra gli argomenti correlati, infatti, troviamo "*decreto ministeriale*", "*bambinaia*", "*contratto collettivo nazionale di lavoro*", "*decreto*", "*congedo parentale*". In modo simile, tra le *query* associate, si segnalano chiavi di ricerca utili a comprendere cosa sarà dello *smart working* e che rimarcano il nesso tra *smart working* e pandemia, e cioè "*smart working fase 2*", "*smart working decreto rilancio*", "*smart working fino a quando*", "*buono pasto smart working*", "*smart working coronavirus*".

L'interessamento verso le forme di lavoro agile non è questione solo italiana. Se verificiamo su Google Trends per le ricerche globali per "*working from home*"⁹¹, la dicitura più diffusa perlomeno nel mondo occidentale nel periodo di crisi per quello che noi chiamiamo "*smart working*", si riscontrano risultati simili: si assiste a un'impennata nei giorni tra il 23 e il 29 febbraio fino a raggiungere il picco di 100 tra il 15 e 21 marzo, dopo il quale comincia un declino, ma su livelli comunque 7-8 superiori rispetto alla fase pre-COVID-19 (Fig.7.7). Tra i Paesi dove le ricerche Google per "*working from home*" sono più diffuse, troviamo il Regno Unito, l'Irlanda, l'Australia, la Nuova Zelanda⁹². Gli argomenti correlati e le *query* associate rivelano, come per l'Italia, la coincidenza con il periodo di pandemia e la richiesta di approfondimento dei diritti dei lavoratori, in particolare di quelli con figli. Tra gli argomenti correlati, troviamo "*genitorialità*", "*pandemia*", "*lockdown*" e, tra

⁹¹ I risultati non cambiano utilizzando altre formule, quali "*telecommuting*", "*telework*", "*teleworking*", "*mobile work*", "*remote work*".

⁹² Ovviamente si tratta di risultati distorti in quanto la dicitura ricercata è anglosassone.

le query associate, “working from home coronavirus”, “COVID-19 working from home”, “working from home corona”, “working from home tax rebate”.

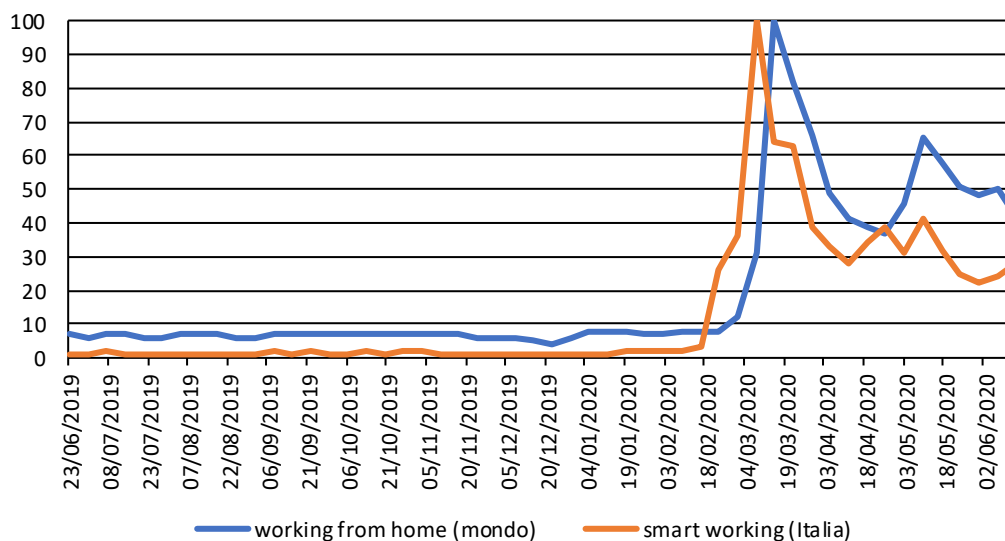


FIGURA 7.7 Ricerche Google Trends (23/6/2019 – 20/6/2020)

Fonte: Google

L’interesse per lo smart working si vede anche da altre manifestazioni pubbliche. A titolo di esempio, la campagna social #iolavorosmart, lanciata il 27 marzo dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali in collaborazione con il Ministero per la Pubblica Amministrazione, al fine di raccontare come nelle settimane della pandemia le aziende e gli enti pubblici si sono riorganizzati e i lavoratori hanno vissuto questa nuova modalità, già il 6 aprile registrava oltre 135mila visualizzazioni, più di 4.300 interazioni totali e l’hashtag finito nei *trend topics*⁹³. Twitter è uno strumento utile anche per comprendere qual è la posizione degli italiani rispetto allo smart working e a quali dimensioni per essi si ricollega. Seguendo una *sentiment analysis* svolta da Eni Data Lab, emerge che per gli italiani lo smart working incrocia in particolare la possibilità di conciliare lavoro e famiglia, di favorire una più efficace gestione del tempo e di tutelare meglio la propria salute (Eni

⁹³ Comunicato del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Vd.

<https://www.lavoro.gov.it/notizie/pagine/iolavorosmart-in-dieci-giorni-135mila-visualizzazioni-oltre-4300-interazioni-per-campagna-ministeri-lavoro-e-pa.aspx/>

Data Lab, 2020). Allo stesso tempo, sono oggetto di confronto gli aspetti legati alla sicurezza sul lavoro e all'utilizzo di nuove forme di confronto (come i webinar) e al necessario upgrading tecnologico. Gli italiani, inoltre, discutono molto dei vantaggi e gli svantaggi del lavorare da casa, ad esempio in relazione alla presenza dei bambini, e chiedono consigli su come gestire le situazioni domestiche. Tra gli argomenti più affrontati si trova anche il diritto alla disconnessione, i rischi dello smart working, gli effetti sullo stress e la variazione della produttività data dal lavoro in remoto. Trovano posto tra i tweet le problematiche relative alla cybersecurity, come la tutela della privacy e dei dati personali. Eni Data Lab compie anche una *network analysis*: attraverso algoritmi di elaborazione testuale viene generata una rete ed è possibile osservare come i termini oggetto delle discussioni social si relazionano tra di loro. Emergono diversi cluster di parole chiave, che ruotano attorno ai topic “*qualità della vita*”, “*diritto alla disconnessione*” e “*digital transformation*”. Altre parti del network sono riguardano lo smart working inteso come “opportunità” (ad esempio, di implementare nuovi modelli organizzativi nelle aziende) e gli interventi normativi nazionali dell'emergenza COVID-19, strettamente legati ai topic sull'organizzazione del lavoro e sul lavoro da casa.

7.5. LA PANDEMIA STA CAMBIANDO IL MONDO DEL LAVORO?

Abbiamo specificato sopra come quello che hanno sperimentato gli italiani durante la pandemia più che “smart working” debba intendersi, di fatto, come “telelavoro”, cioè come uno spostamento della sede lavorativa, in questo caso ricondotta alle mura domestiche. Tuttavia, utilizzeremo di seguito la terminologia “smart working”, in quanto pressoché entrata nel gergo comune nel corso delle settimane della pandemia. Dai dati del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, emerge che, al 29 aprile 2020, complessivamente risultavano 1.827.792 i lavoratori attivi in modalità smart working; di questi, ben 1.606.617 erano stati attivati a seguito delle norme sull'emergenza epidemiologica⁹⁴. Pertanto, a fine aprile, ben l'88% dei lavoratori in smart working in Italia lavorava da remoto per effetto della crisi pandemia. Abbiamo, quindi, la misura di quando la diffusione del COVID-19 abbia contribuito a far conoscere agli occupati italiani le modalità di lavoro a distanza. Numerosissime imprese, pertanto, hanno introdotto a pieno regime iniziative di smart working, al fine di ridurre al minimo le possibilità di contagio e i rischi per il lavoratore, senza rinunciare, tuttavia, a dare continuità alle attività di impresa. In particolare, è stato il decreto attuativo del 23

⁹⁴ Comunicato del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Vd. <https://www.lavoro.gov.it/stampa-e-media/comunicati/pagine/sono-piu-di-1-milione-800-mila-i-lavoratori-attivi-in-modalita-smart-working.aspx/>

febbraio 2020 n. 6 a prevedere “la sospensione delle attività lavorative per le imprese [...] ad esclusione di quelle che possono essere svolte in modalità domiciliare ovvero in modalità a distanza”⁹⁵, prevedendo che lo smart working fosse attuabile sin da subito senza accordo preventivo con il dipendente. In questo contesto, si segnala anche come le realtà in cui lo smart working era effettivo ben prima della diffusione del virus abbiano potuto beneficiare di vantaggi organizzativi e competitivi rispetto alle aziende non abituate a pratiche di lavoro agile.

Secondo la Cgil, prima dell'emergenza COVID-19, in Italia lavoravano da remoto circa 500mila persone. Nelle settimane del lockdown esse sarebbero state più di 8 milioni. Dall'indagine del sindacato italiano (Fondazione Di Vittorio, 2020), emerge che:

- l'82% ha cominciato a lavorare da casa con l'emergenza e di questi il 31,5% avrebbe preferito farlo da prima;
- c'è una prevalenza delle donne nell'aver cominciato con le disposizioni di contenimento (+10% rispetto agli uomini);
- c'è una prevalenza del settore pubblico nell'aver cominciato con le disposizioni di contenimento (+15% rispetto al settore privato);
- il 18% ha cominciato a lavorare in smart working prima dell'emergenza:
 - l'8% per scelta personale (per gli uomini +5% rispetto alle donne e per il settore privato +4% rispetto al pubblico);
 - il 5% per scelta del datore di lavoro;
 - il 5% per scelta di conciliazione.
- nel 37% dei casi è stato attivato in maniera concordata con il datore di lavoro;
- nel 36% dei casi è stato attivato in maniera unilaterale da datore di lavoro;
- nel 27% dei casi è stato attivato in maniera negoziata con l'intervento del sindacato.

La quasi totalità del campione dell'indagine della Cgil ritiene che siano necessarie competenze specifiche per svolgere lo smart working. In particolare, i lavoratori sentono di avere bisogno di competenze per gestire lo stress e l'ansia (Tab. 7.1), complice forse il contesto pandemico. Il 60%, infatti, dei lavoratori ritiene che, prima della crisi COVID-19, non disponeva di tali competenze e attualmente le sta sviluppando.

⁹⁵ Decreto legge 23 febbraio 2020, n. 6 Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19.

Più ridotta, pari al 31%, la quota di lavoratori, invece, che si reputava carente nell'utilizzo di strumenti e tecnologie, come quella (34%) di coloro che credono di avere problemi ad organizzare il proprio lavoro. Si nota, inoltre, che è soprattutto da soli che i lavoratori stanno tentando di colmare le proprie lacune, più che con l'aiuto dei colleghi o tramite la formazione aziendale.

TABELLA 7.1 La richiesta di competenze per lo smart working (%)

	Che avevo già	Che sto sviluppando adesso da solo/a	Che sto sviluppando adesso con aiuto dei colleghi	Che sto sviluppando adesso con la formazione aziendale	Che non ho
Per usare strumenti e tecnologie	69	15	12	4	2
Per usare piattaforme e software per il lavoro a distanza	52	20	18	8	3
Per organizzare il proprio lavoro	66	23	8	2	1
Per comunicare in modo diverso	47	28	19	5	1
Per relazionarsi in modo diverso con colleghi e responsabili	42	29	24	3	2
Per gestire stress, emozioni e ansia	40	39	7	2	12

Fonte: 1° Indagine Cgil/Fondazione Di Vittorio sullo Smart working

7.6. LO SMART WORKING E L'IMPATTO SUI CONSUMI ENERGETICI

L'impatto della diffusione dello smart working sui consumi energetici risulta ambiguo e non facilmente prevedibile⁹⁶. Il crollo dei consumi registrato nei mesi della pandemia è chiaramente legato al fermo delle attività produttive (Cusumano e Sileo, 2020). L'aumento dei consumi energetici del settore residenziale, infatti, è stato più che compensato dalla riduzione della domanda delle attività industriali, commerciali e artigianali. Nel complesso, tuttavia, durante il lockdown il profilo di carico complessivo delle città ha cambiato forma assumendo il profilo tipico di un'utenza residenziale (RSE, 2020). Una valutazione dell'impatto dello smart working dovrebbe, invece, essere effettuata in fase di operatività delle attività di impresa, in particolare dell'industria manifatturiera, che più pesa sulla bolletta energetica. Da questa, nella contabilità delle numerose

⁹⁶ Una prima valutazione dell'impatto del lavoro da remoto sull'ambiente ed energia era stata compiuta nel Rapporto Osservatorio Innov-E 2017, *L'innovazione energetica corre. Dai laboratori di ricerca alle case degli italiani*.

voci di costo che andrebbero considerate, il saldo non è necessariamente marcatamente positivo. Un risparmio notevole sicuramente ci sarebbe dalla riduzione dei consumi relativi al trasporto. Ne deriverebbe altresì un risparmio per i lavoratori. Si stima, ad esempio, che il lavoratore americano medio faccia un tragitto di 30 miglia al giorno (600 al mese). A una media di 25 miglia per gallone di benzina, il lavorare da casa consentirebbe un risparmio di almeno 50 dollari al mese in carburante, oltre al risparmio di ore (Helman, 2020). Si stima, in relazione ai consumi, una riduzione della domanda di petrolio, derivante da milioni di persone che lavorano da casa, nell'ordine di 7 milioni di barili al giorno, con effetti considerevoli di abbassamento dei prezzi. Al risparmio in combustibile, corrisponde un aggravio della bolletta domestica, ad esempio la bolletta elettrica in relazione all'utilizzo dei dispositivi digitali. Si stima che il consumo medio di un computer desktop (utilizzato in media 7,3 ore al giorno) sia di 194 chilowattora all'anno, mentre un laptop utilizza in media 75 KWh all'anno (a 4,8 ore al giorno). A una media di 12 centesimi per KWh, si ottiene un aggravio di circa 40 dollari all'anno per una persona con due macchine. Considerando una famiglia di quattro persone, compresi i giovani "nativi digitali" che lavorano tutti da casa, ne risulta che una famiglia media impegna circa 10 dollari al mese in elettricità per mantenere accesi i suoi schermi (Desroches, Fuchs, Greenblatt et al., 2014). Le spese per le utenze domestiche sono per questo anche oggetto di alcune politiche di welfare. Il governo britannico, ad esempio, consente di poter chiedere alcuni sgravi per spese quali telefonate aziendali o, appunto, il costo aggiuntivo di gas ed elettricità a chi è tenuto a lavorare da casa. Chi sceglie di lavorare da remoto, al contrario, non è coperto dal sussidio. Non sono ammissibili le spese per l'affitto o per l'accesso alla banda larga, ad esempio, in quanto vengono utilizzate sia per fini privati sia per lavoro. Per le stesse ragioni le spese per le utenze dovrebbero essere riconducibili all'area di lavoro. Nello specifico, dal 6 aprile 2020 i lavoratori possono ottenere dai propri datori fino a 6 sterline a settimana (26 sterline al mese) per coprire i costi aggiuntivi del lavoro obbligato da casa. Per gli anni fiscali precedenti, invece, il beneficio è di 4 sterline a settimana (18 sterline al mese).

Per quanto riguarda l'impresa, invece, affinché questa possa godere dei benefici più ampi di riduzione dei consumi, c'è necessità che le iniziative di smart working siano quanto più strutturali e diffuse possibile. Un'adozione parziale dello smart working comporterebbe comunque un dispendio fisso per i consumi energetici a fronte di pochi dipendenti che frequentano i locali aziendali (Nakanishi, 2015).

In generale, un'ampia rassegna di letteratura (Hook, Court, Sovacool, Sorrell, 2020), fa emergere che la principale fonte di risparmio energetico derivante dallo smart working deriva dalla riduzione della distanza percorsa per andare al lavoro, potenzialmente con un contributo aggiuntivo dovuto

al minor consumo di energia degli uffici. Tuttavia, considerando una gamma più ampia impatti (ad esempio, viaggi non lavorativi o uso di energia domestica) generalmente si riscontrano risparmi minori. Pertanto, nonostante il verdetto generalmente positivo sullo smart working come pratica di risparmio energetico, si evidenziano numerose incertezze e ambiguità sui suoi benefici effettivi in termini di risparmio energetico. Questi sono legati, ad esempio, alla misura in cui lo smart working può comportare aumenti imprevedibili dei viaggi non lavorativi e dell'uso di energia domestica che possono superare i guadagni derivanti dalla riduzione dei viaggi di lavoro. Se ne conclude che i risparmi energetici nel sistema economico sono in generale modesti e in alcune circostanze potrebbero anche essere inesistenti o negativi.

Anche l'impatto sugli inquinanti è incerto. Si consideri, infatti, che lo smart working non incide nella stessa misura su tutte le tipologie di inquinanti: se CO₂, NO_x, SO₂, PM10 e CO possono diminuire, lo stesso non avviene per N₂O e CH₄ (Kitou e Horvath, 2003).

7.7. CONSIDERAZIONI FINALI

Cosa sarà dello smart working lo si vedrà una volta fuoriusciti dalla pandemia. A quel punto, infatti, si verificherà se questa nuova forma di lavoro, poco adottata e conosciuta in passata, ha legato a doppio filo la propria diffusione massiccia a stati di eccezionalità oppure sta effettivamente diventando un vettore di ripensamento dell'organizzazione delle attività produttive. Ne deriverebbero conseguenze su numerosi fronti, alcuni dei quali evidenziati nel presente contributo, dall'ampliamento dell'accesso alle tecnologie digitali alla revisione dell'impostazione del lavoro, in termini anche culturali, all'impatto sui consumi energetici.

Sarà necessario, tuttavia, affrontare tante delle implicazioni dello smart working non pienamente considerate nella fase di convulsa dell'emergenza. Su queste ultime si è concentrato anche il Presidente dell'Autorità Garante per la protezione dei dati personali Antonello Soro nella sua relazione annuale, quando, da un lato ha evidenziato come *“lo smartworking potrebbe ragionevolmente divenire una forma diffusa, effettivamente alternativa, di organizzazione del lavoro, ma dall'altro ha invitato a risolvere diversi nodi: dalle dotazioni strumentali alla garanzia di connettività, alla sicurezza delle piattaforme, all'effettività del diritto alla disconnessione, senza cui si rischia di vanificare la necessaria distinzione tra spazi di vita privata e attività lavorativa”*⁹⁷. dato al fine di recuperare spazi di efficienza a beneficio del consumatore finale.

⁹⁷ Discorso del Presidente Antonello Soro, Protezione dati, emergenza, democrazia. Relazione 2019, Garante per la protezione dei dati personali

8. LE START-UP INNOVATIVE IN AMBITO ENERGETICO IN ITALIA

8.1. DEFINIZIONE, CARATTERISTICHE E BENEFICI DELLE START-UP INNOVATIVE

Oggi le start up ricoprono un ruolo di primaria importanza nel mercato del lavoro e dell'economia. Nell'ottica di favorire l'innovazione, la crescita sostenibile, lo sviluppo tecnologico, l'occupazione (in particolare giovanile), il rafforzamento dei legami tra Università e imprese nonché una più forte capacità di attrazione di talenti e capitali esteri nel nostro Paese, il Governo ha dato vita – a partire dal 2012 – ad una normativa organica volta a favorire la nascita e la crescita dimensionale di nuove imprese innovative ad alto valore tecnologico. Pietra miliare di questa iniziativa è la Legge 221/2012, che ha convertito il D.l. Crescita 2.0 (successivamente modificata e/o integrata dal D.l. n. 76/2013 e dal D.l. n. 3/2015 convertito in legge n. 33/2015) e che introduce per la prima volta nell'ordinamento del nostro Paese la definizione di nuova impresa innovativa: la start-up innovativa.

Dall'apposita sezione speciale istituita presso il Registro delle imprese è stato scaricato l'elenco completo delle start-up innovative, aggiornato al 20 maggio 2019. Il database estratto contiene informazioni relative alla sede della società, all'anno di inizio attività dell'impresa, al settore in cui la stessa opera, all'elemento dimensionale, in termini sia di capitale investito, produzione e numero di addetti e al possesso di un brevetto depositato o software registrato. Esiste inoltre una variabile che indica se la start-up può essere definita innovativa in ambito energetico o meno. Questo ci consente di estrapolare dall'intero database il sotto-campione di start-up innovative in ambito energetico e di poterlo analizzare separatamente e metterlo a confronto con l'intero universo delle start-up innovative.

8.2. EVOLUZIONE STORICA

Secondo l'ultimo aggiornamento di InfoCamere, la società che gestisce il patrimonio informativo delle Camere di commercio, a marzo 2020, le start-up italiane registrate nell'apposito registro erano 11.089.

In particolare, 294 sono nate solo nei primi 2 mesi del 2020, a testimonianza del ritmo incalzante del processo di costituzione di nuove start-up osservabile negli ultimi anni (Fig. 8.1): dalle 1.590 del 2015 si è giunti alle 10.711 imprese nel 2019. La situazione per le start-up energetiche appare sostanzialmente speculare, naturalmente con numeri notevolmente più bassi (pari a circa il 14,5%

del campione complessivo), ma un tasso di crescita medio annuo superiore al campione complessivo (69,4% vs. 61,1%).

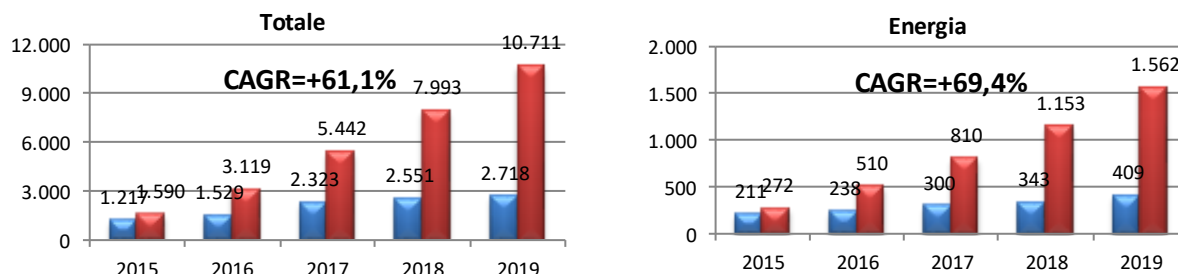


FIGURA 8.1 Evoluzione storica della nascita delle start-up

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Osservando l'evoluzione nel tempo del numero complessivo di start-up per area geografica (Fig. 8.2), le regioni settentrionali appaiono sempre quelle più fertili in quanto a proliferazione di start-up. I tassi di crescita mostrano una fisiologica tendenza a ridursi nel tempo, ma si parla comunque di tassi elevati superiori al 30% nel 2019. A differenza del campione complessivo, le start-up energetiche hanno dato dimostrazione di un buon dinamismo al Sud, con tassi di crescita più elevati (36%), sostanzialmente in linea col Nord (37%) e superiori alle start-up del Centro Italia (31%).

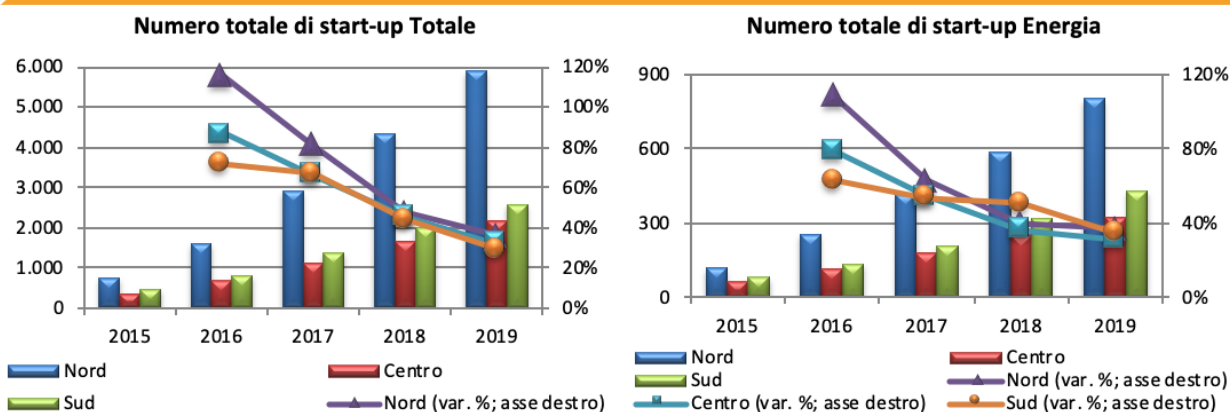


FIGURA 8.2 Evoluzione storica del numero totale di start-up e del relativo tasso di crescita per area geografica

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

8.3. DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Per quanto riguarda la distribuzione geografica, il 56% delle start-up ha la propria sede al Nord, il 20% si trova al Centro e il 24% al Sud. Situazione sostanzialmente speculare nel caso del settore energetico, con una presenza leggermente inferiore al Nord (52%), a vantaggio del Sud (28%).

In particolare, la regione che guida la classifica è la Lombardia (Fig. 8.3), con 2.984 start-up, seguita da Lazio (1.267), Emilia-Romagna (939), Campania (915), prima tra le regioni meridionali, e Veneto (909). L'ultima regione d'Italia per numero di start-up è la Valle d'Aosta con solo 21 nuove iniziative imprenditoriali.

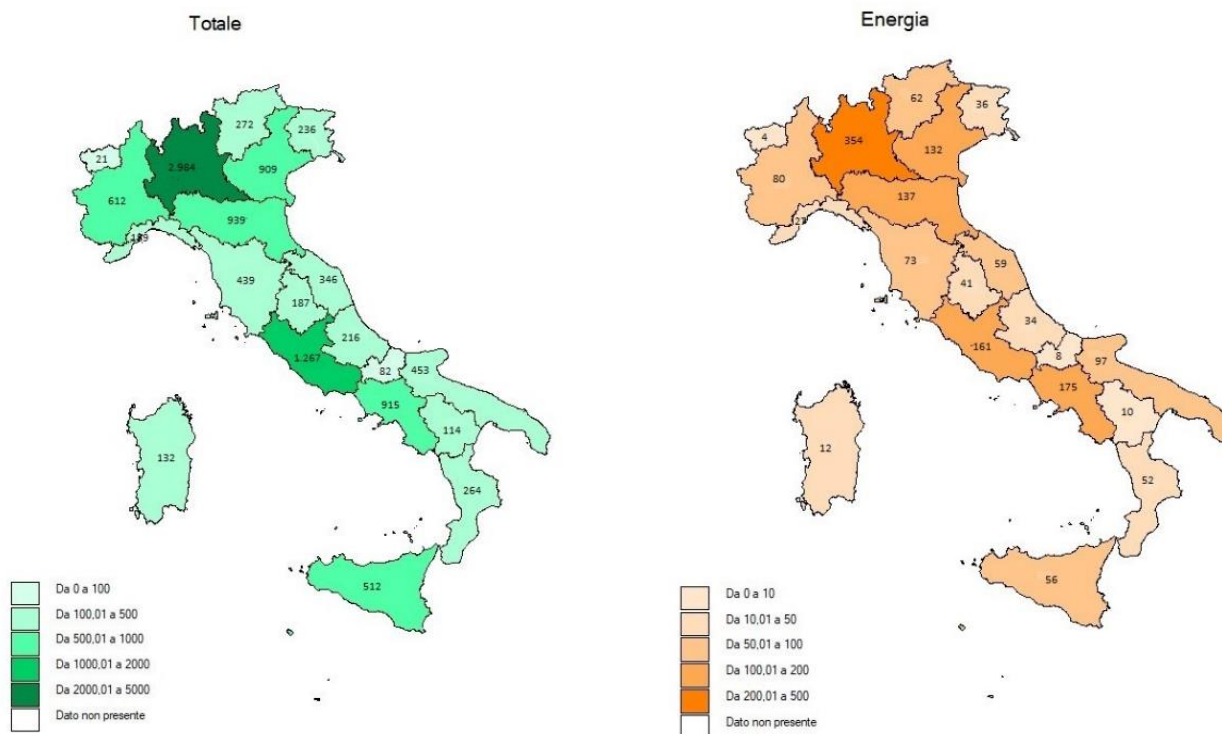


FIGURA 8.3 Distribuzione regionale delle start-up, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Focalizzando l’attenzione sulle start-up attive in ambito energetico, che al 2 marzo 2020 risultavano essere 1.610, le regioni col maggior numero di neo-imprese risultano essere la Lombardia e la Campania, rispettivamente con 354 e 175 start-up energetiche all’attivo.

La distribuzione geografica appare piuttosto simile in termini percentuali (Fig. 8.4), con una concentrazione di start-up energetiche relativamente minore (rispetto al campione complessivo) in Lombardia e maggiore nelle regioni meridionali (quali Campania e Puglia).



FIGURA 8.4 Distribuzione percentuale regionale delle start-up, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Considerando, invece, le province con il maggior numero di start-up (Figg. 8.5 e 8.6), Milano e Roma si fanno certamente notare, sia rispetto al campione totale che a quello energetico. A Milano sono presenti 2.155 start-up totali e 219 energetiche, a Roma 1.147 in totale e 140 energetiche, segnando una certa distanza dalle altre province. A conferma dello slancio della Campania rispetto all’imprenditoria nel settore energetico, si registrano 93 start-up solo nella provincia di Napoli.

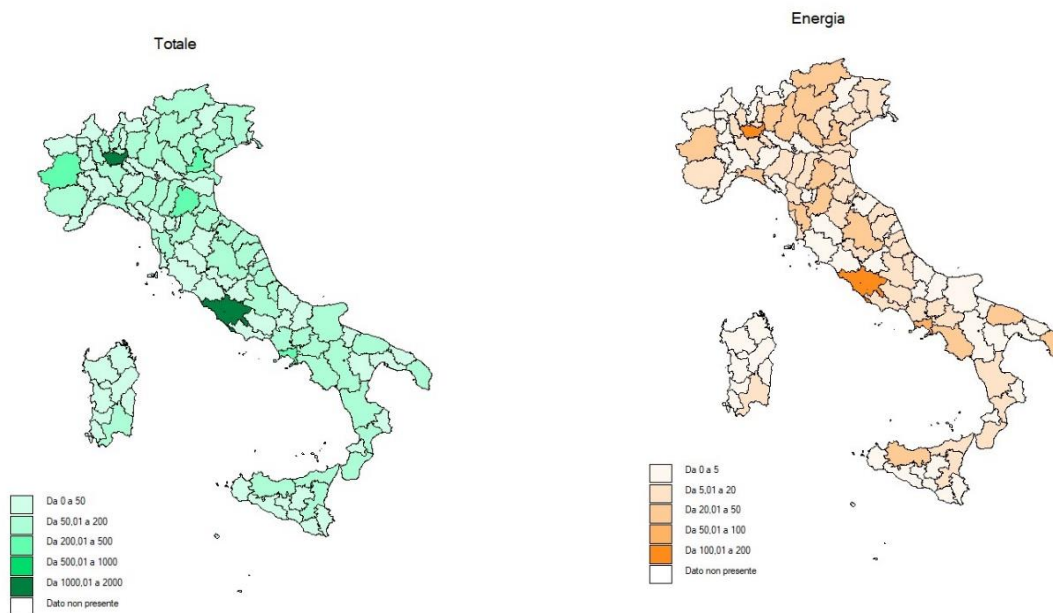


FIGURA 8.5 Distribuzione provinciale delle start-up, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

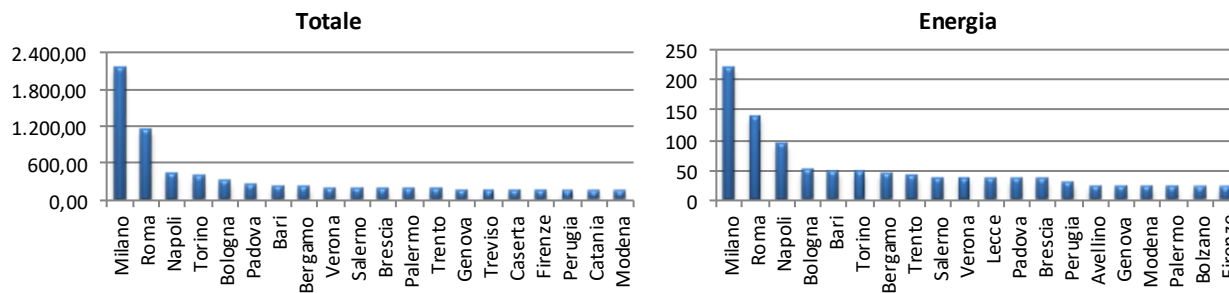


FIGURA 8.6 Province italiane con il maggior numero di start-up, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Incrociando la distribuzione per provincia ai dati sulla popolazione (Fig. 8.7), in termini di start-up per milione di abitanti, la classifica delle province relativamente più dinamiche si modifica

parzialmente. Roma addirittura non compare tra le prime dieci province per il campione di start-up energetiche e diventa terza per quanto riguarda il campione complessivo, dopo Milano – che resta prima – e Bologna; Milano è seconda – dopo la provincia di Trento - se si guarda alla popolazione di start-up energetiche (69) e resta l’unica provincia con una forte discrepanza tra la presenza di start-up e di popolazione residente nel territorio, indicando l’esistenza di fattori socio-economici, grado di imprenditorialità e presenza di importanti centri di istruzione e ricerca, che rendono il contesto particolarmente favorevole. Qui risiede, infatti, ben il 19,4% delle start-up complessivamente esistenti ad oggi, a fronte di solo il 5,3% della popolazione nazionale. Anche in buona parte delle altre province rappresentate riscontriamo una situazione simile, ma il divario tra le due percentuali (start-up e popolazione) appare molto più contenuto.

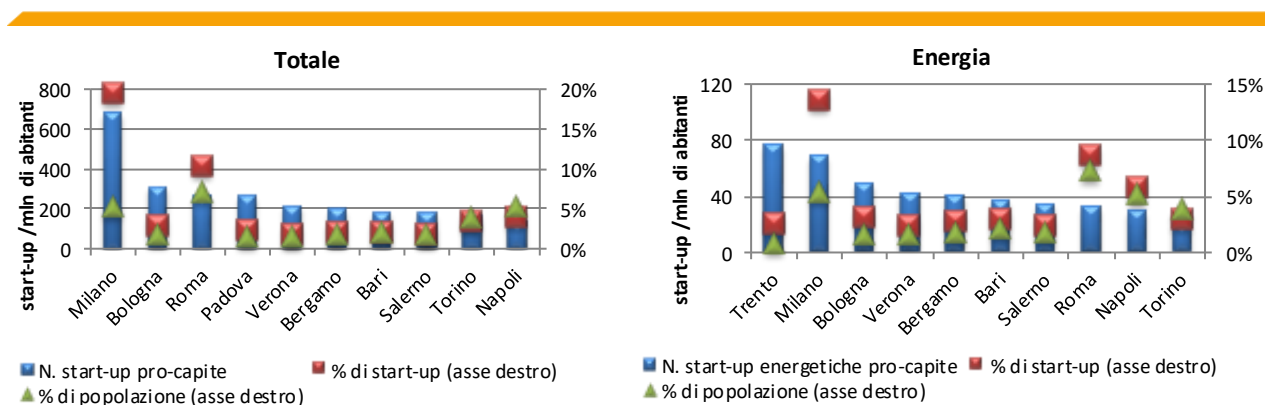


FIGURA 8.7 Province italiane con il maggior numero di start-up pro-capite, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

8.4. COMPOSIZIONE PER TIPO DI ATTIVITÀ

Per quanto riguarda i settori di attività, come già rilevato lo scorso anno, sebbene i servizi dominino in entrambi i casi, si apprezza nelle start-up energetiche una vocazione ancora maggiore verso i servizi, dove opera oltre il 91% di esse contro il 77% dell’universo totale (Fig. 8.8). Il restante 9% è occupato nell’industria/artigianato (contro il 17,4% del benchmark medio).

Prendendo in considerazione i dati relativi alle attività delle start-up in ambito energetico (Fig. 8.9), in base alla classificazione ATECO (Camere di Commercio d'Italia; InfoCamere), si evince che la maggior parte di queste si occupa di ricerca scientifica e sviluppo (1.468 imprese, il 91% del totale), 70 iniziative imprenditoriali si occupano di fabbricazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche (4%), 59 fabbricano macchinari ed apparecchiature NCA (non classificabili altrove) -4% del totale - e le restanti 13 fabbricano autoveicoli, rimorchi e semirimorchi.



FIGURA 8.8 Distribuzione percentuale delle start-up per settore, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

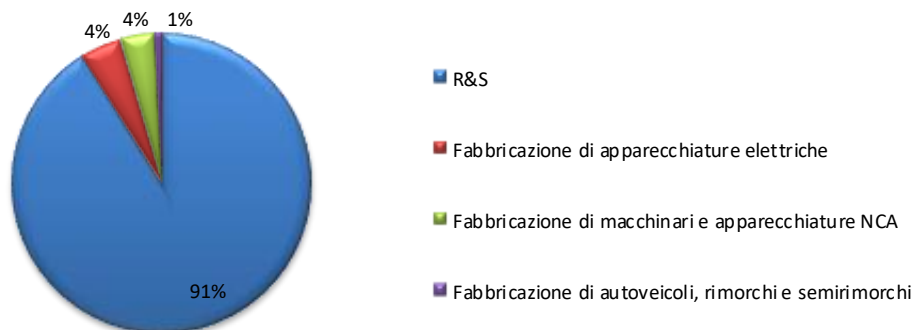


FIGURA 8.9 Distribuzione percentuale delle start-up per attività, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

8.5. COMPOSIZIONE PER DIMENSIONE

Molto poche sono le start-up con un capitale superiore a 250.000 euro: solo il 3,7% del totale, infatti, ha un capitale investito che supera tale valore. È più elevata l'incidenza per le start-up energetiche, dove è il 5% a superare tale soglia (Fig. 8.10). Al di là di queste fasce estreme, si nota, per il settore energetico, anche una maggiore concentrazione nelle fasce intermedie, quelle comprese tra i 5.000 e i 100.000 euro, in cui rientra il 73,3% delle start-up energetiche (contro il 70,4% circa del totale delle start-up).

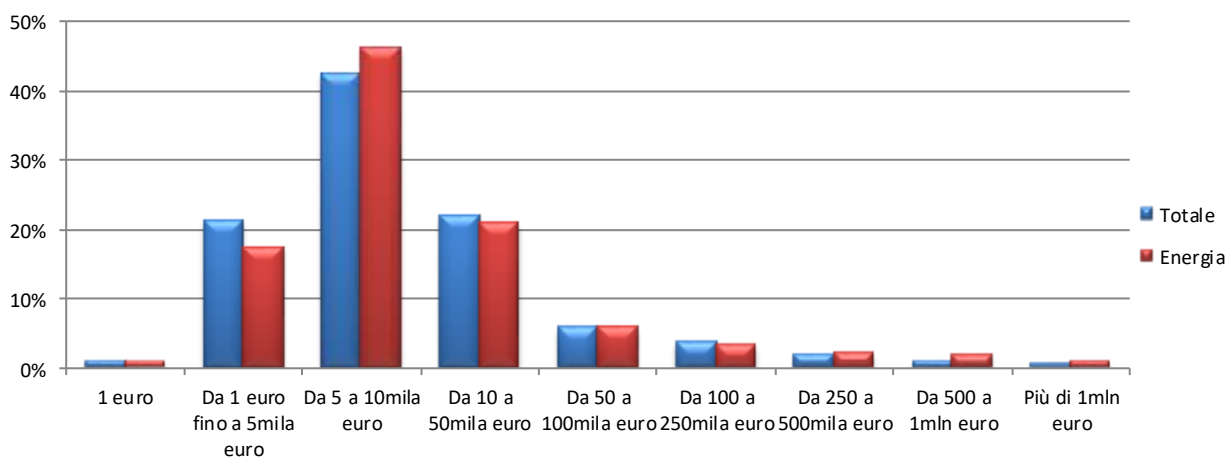


FIGURA 8.10 Distribuzione percentuale delle start-up per classe di capitale, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

La grande maggioranza delle start-up esistenti ha un valore produttivo molto contenuto. Va considerato che il dato sul valore della produzione non è disponibile per tutte le start-up presenti nel registro, ma solo per poco più della metà del campione complessivo. Di queste, circa 2 su 3 producono per un valore inferiore a 100.000 euro, ed un ulteriore 27% non va comunque oltre il mezzo milione di euro (Fig. 8.11). Quelle con un valore della produzione considerevole – superiore ai 500.000 euro – sono poche e prevalentemente concentrate nelle regioni settentrionali, con un'incidenza relativa pari a quasi l'11% del totale delle start-up complessivamente presenti in quelle regioni, superiore rispetto alle altre aree geografiche (9,5% e 7,2%, rispettivamente al Centro e al Sud). Nel caso delle start-up energetiche, è il 55,2% delle 1.610 start-up esistenti ad aver depositato il bilancio, con una distribuzione per classe di produzione molto simile a quella rilevata

per il campione totale. In questo caso, le regioni settentrionali e quelle centrali mostrano la stessa incidenza di start-up con un valore della produzione superiore ai 500.000 euro (11,3%), mentre solo il 7,7% delle start-up presenti al Meridione supera tale soglia.

Fattura oltre un milione di euro il 3,9% del campione complessivo e il 5% di quello di start-up energetiche.



Start-up con un valore di produzione > 500.000 euro (in %)		
	Totale	Energia
Nord	10,80%	11,34%
Centro	9,47%	11,27%
Sud	7,22%	7,66%

FIGURA 8.11 Distribuzione percentuale delle start-up per classe di produzione, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Per poter apprezzare l'entità del ruolo delle start-up e valutarne il possibile impatto sul sistema economico, e dunque sulla crescita, del nostro Paese, in assenza di dati puntuali per singola impresa, si è provveduto ad effettuare una stima del valore economico associabile al complesso delle start-up attualmente esistenti⁹⁸.

⁹⁸ Dal punto di vista metodologico, per ciascun range di valore di produzione si ottiene un valore di produzione minimo e massimo moltiplicando il numero di imprese presenti in quel range, rispettivamente, per il valore minimo e quello massimo del range osservato. Sommando i valori così ottenuti per ciascuna classe, si ottengono un valore totale minimo ed un valore totale massimo parziali, considerato che il dato sul valore di produzione è presente solo per un

L'impatto economico associabile al mondo delle start-up è stimato in un intervallo che va da un minimo di circa 1,2 miliardi di euro ad un massimo di poco più di 4 miliardi di euro (Tab. 8.1), di cui poco meno del 60% ascrivibile alle sole regioni settentrionali, con il restante 40% equamente distribuito tra le regioni meridionali e del Centro Italia.

TABELLA 8.1 Stima dell'impatto economico

		Valore di produzione stimato	
		Min	Max
CAMPIONE COMPLESSIVO	Nord	704.010.239	2.374.599.873
	Centro	255.682.675	873.523.615
	Sud	227.783.599	838.031.752
	Italia	1.187.476.513	4.086.155.239
START-UP ENERGETICHE	Nord	112.464.567	366.913.386
	Centro	47.811.024	160.637.795
	Sud	38.212.598	135.283.465
	Italia	198.488.189	662.834.646

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Alle sole start-up energetiche attive sul territorio nazionale è associabile un impatto economico contenuto tra i 200 milioni e gli oltre 660 milioni di euro, un valore in altre parole pari a circa il 16% del valore complessivo stimato.

Anche in questo caso sono le regioni settentrionali ad assorbire la maggior parte del valore economico complessivamente generato dalle start-up energetiche (circa il 55-56%), circa il 24% è attribuibile alle regioni del Centro ed un quinto a quelle del Sud.

Come la Figura 8.12 mostra, in termini assoluti, il valore della produzione stimato per le start-up presenti al Nord è nettamente superiore a quello prodotto nelle altre aree d'Italia; se si guarda al

sotto campione. Si procede, allora, a questo punto a riproporzionare i totali così ottenuti all'intero campione, assumendo quindi che la distribuzione tra le classi di produzione delle start-up per le quali non è disponibile il bilancio sia la stessa di quelle che hanno reso noto il proprio bilancio per l'anno di riferimento. Si ottiene, in questo modo, una stima del range all'interno del quale si troverà il reale valore prodotto complessivamente dalle 7.045 start-up attualmente esistenti.

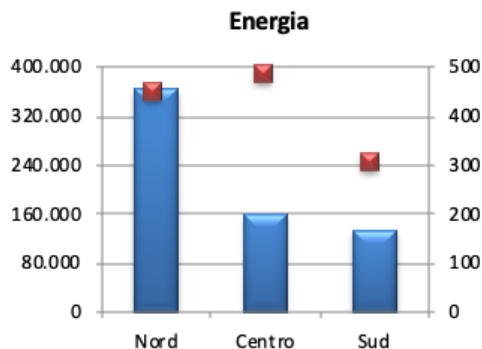
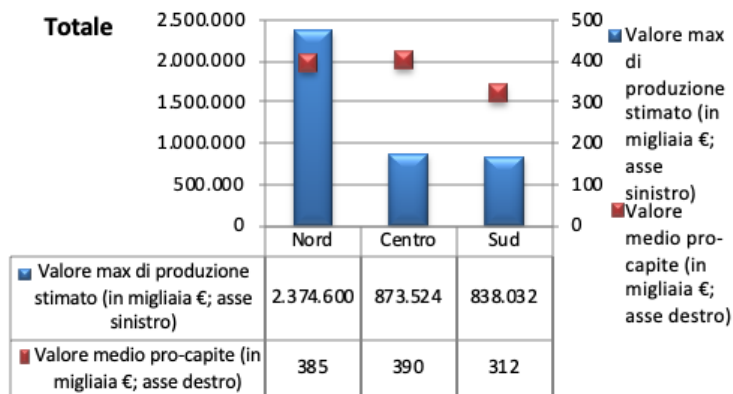


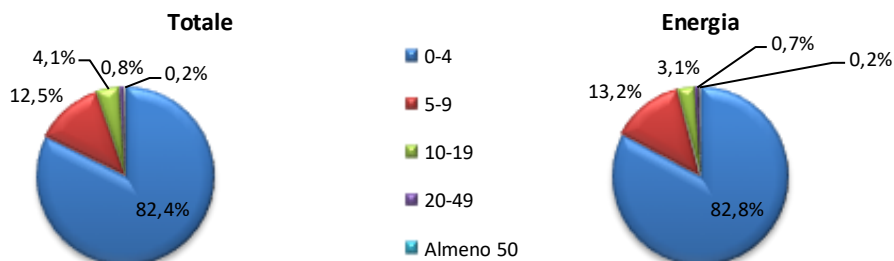
FIGURA 8.12 Valore di produzione totale e pro-capite, per area geografica

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

dato medio pro-capite, tuttavia, le distanze si accorciano, con un valore medio di 385.000 euro per le imprese settentrionali, di 312.000 euro per quelle meridionali e di poco superiore per quelle centrali (390.000 euro). Anche nel caso delle start-up energetiche, le start-up del Centro Italia si assestano su un livello superiore (almeno in termini relativi), mentre le imprese meridionali mostrano un valore medio di produzione inferiore (305.000 euro). Da notare peraltro che le start-up energetiche, ad eccezione di quelle meridionali, tendono a produrre, in media, di più rispetto alle start-up operanti in altri settori.

La grande maggioranza delle start-up esistenti ha una dimensione d'impresa molto contenuta (Fig. 8.13), con conseguente impatto ridotto in termini occupazionali. Va

innanzitutto considerato che solo circa il 29,6% delle società ha comunicato il dato (il 28,1% di quelle energetiche): di queste, solo poco più del 17% dichiara un numero di dipendenti almeno pari a 5. Se poi si alza l'asticella a 10 addetti, la superano solo il 5% dell'universo delle start-up e il 4% di quelle energetiche. Ha più di 20 dipendenti, invece, solo l'1% delle start-up (lo 0,9% di quelle energetiche).


FIGURA 8.13 Distribuzione percentuale delle start-up per classe di addetti, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Come per l'aspetto economico, si è ritenuto opportuno valutare anche l'impatto in termini occupazionali nel contesto italiano. Si è proceduto, dunque, applicando la stessa metodologia sopra descritta, così da ottenere un valore minimo e massimo, poi riproporzionati all'intero campione. L'impatto occupazionale associabile al mondo delle start-up è così stimato in un intervallo che va da un minimo di circa 14.500 unità fino a 68.600 posti di lavoro (Tab. 8.2), oltre la metà dei quali nel Nord Italia, circa un quinto nelle regioni del Centro e un quarto al Sud.

TABELLA 8.2 Stima dell'impatto occupazionale

	Occupazione stimata		
		Min	Max
CAMPIONE COMPELSSIVO	Nord	8.032	36.858
	Centro	2.936	14.163
	Sud	3.577	17.548
	Italia	14.545	68.569
START-UP ENERGETICHE	Nord	1.048	4.695
	Centro	373	1.923
	Sud	533	2.985
	Italia	1.955	9.603

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Limitando l'attenzione alle sole start-up energetiche, l'impatto occupazionale associabile a queste ultime è stimato in un intervallo che va da circa 2.000 unità ad un massimo di quasi 9.600 posti di lavoro, pari a circa il 13-14% dell'impatto complessivo.

Anche in questo caso l'impatto positivo in termini occupazionali è più diffuso tra le regioni settentrionali, ma non è trascurabile il fatto che una percentuale intorno al 30% dell'impatto occupazionale complessivo si concentri nelle regioni meridionali, con conseguenze relativamente meno incisive invece nel Centro Italia.

8.6. L'ATTIVITÀ BREVETTUALE

Rispetto all'attività innovativa delle start-up, dall'analisi dei dati a disposizione, risulta che poco meno del 17% delle start-up – pari a 1.856 imprese complessivamente – sia in possesso di almeno un brevetto depositato e/o un software registrato (Fig. 8.14). Di queste, la maggior parte (1.158) opera nel settore dei servizi (Fig. 8.15), sebbene in termini relativi siano le start-up del settore industriale quelle relativamente più attive sul fronte innovativo – con un'incidenza del 30% - seguite da quelle operanti nel settore commercio (20%); mentre è solo il 14% delle imprese complessivamente presenti nel settore dei servizi ad essere in possesso di brevetto o software registrato.



FIGURA 8.14 Totale start-up vs. start-up Energia – Attività brevettuale, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Le start-up energetiche appaiono tendenzialmente più innovative rispetto al totale: risulta, infatti, che circa il 22,5% di queste abbia svolto un'intensa attività innovativa tradottasi nel deposito di un brevetto o nella registrazione di un software (quasi 6 p.p. in più rispetto all'intera popolazione delle start-up) (Fig. 8.14). Per quanto riguarda le attività prevalgono, in assoluto, le start-up attive nei servizi ma, come per il campione complessivo, l'incidenza relativa è in realtà superiore nel settore industriale, dove è ben il 40% delle start-up esistenti a possedere un brevetto o un software, contro il 21% delle start-up energetiche attive nei servizi (Fig. 8.15).

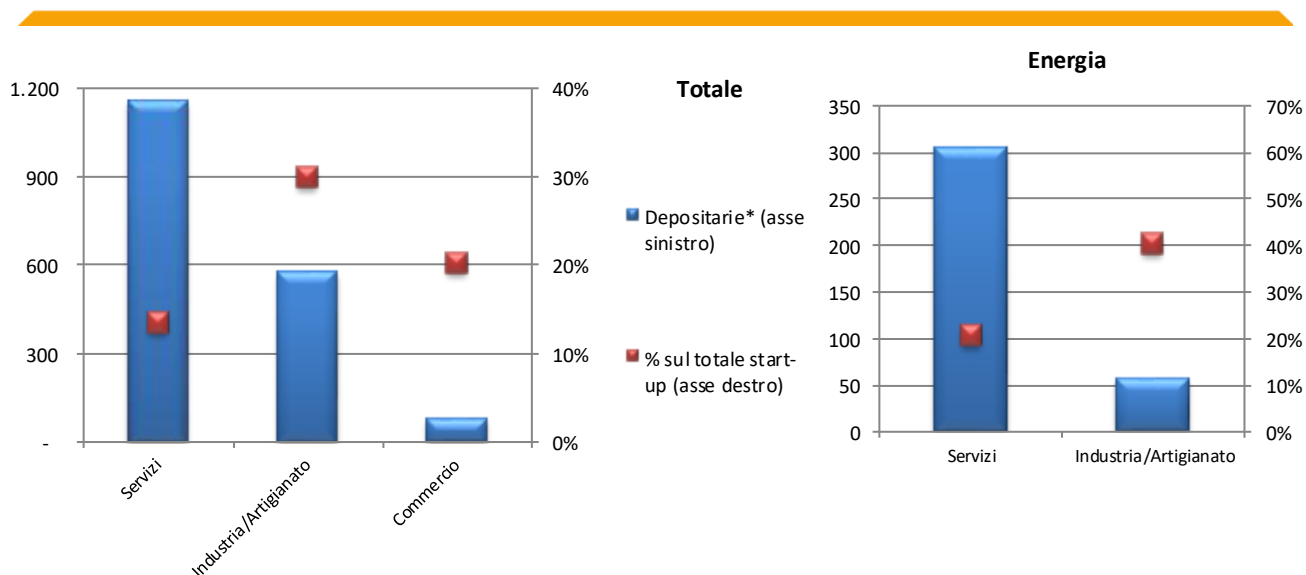


FIGURA 8.15 Totale start-up vs. start-up Energia – Attività brevettuale per settore, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

*Si intende depositarie o licenziatricie di privativa industriale, oppure titolari di software registrato

Anche per quel che riguarda la collocazione geografica, nonostante la prevalenza assoluta del Nord, l'incidenza relativa di start-up con brevetto o software registrato è più o meno in linea con quella delle altre aree geografiche, e pari esattamente al 17% per il Nord e il Sud e 15% per il Centro (Fig. 8.16). Situazione più meno simile tra le start-up energetiche: è, infatti, il 25% delle start-up settentrionali a possedere un brevetto o un software registrato, incidenza leggermente inferiore per il Centro e il Sud Italia (20%).

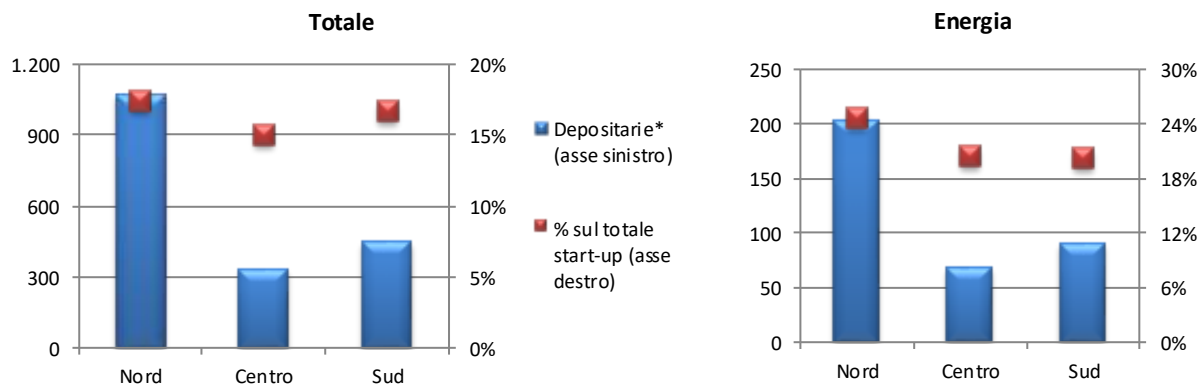


FIGURA 8.16 Totale start-up vs. start-up Energia – Attività brevettuale per area geografica, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Più nello specifico, le start-up con brevetto o software registrato sono concentrate prevalentemente nelle prime 3 regioni (Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna) (Fig. 8.17). Tuttavia, anche in questo caso vale la pena guardare all'incidenza relativa – intesa come il rapporto tra il numero di start-up con brevetto o software in una data regione ed il numero complessivo di start-up esistenti in quella stessa regione – da cui si evince la maggior tendenza ad intraprendere attività innovative (quali, appunto, depositare un brevetto o registrare un software) in regioni cui si riserva in genere meno attenzione. Le incidenze più elevate, infatti, si rilevano, per quanto riguarda il campione complessivo, in Friuli V.G., Abruzzo, Valle d'Aosta, Liguria e Puglia, dove delle start-up complessivamente attive una quota tra il 21% e il 27% risulta aver depositato un brevetto o registrato un software (circa 10 p.p. in più rispetto alla media nazionale del 17%); mentre sorprende scoprire che la Lombardia è solo al 14° posto, con il 15% di start-up che ha svolto un'attività di elevato livello – solo di poco superiore a regioni quali Sicilia, Calabria o Sardegna (12-15%). Per quanto riguarda le start-up energetiche, qui in testa troviamo Molise e Liguria, con un'incidenza del 37,5%⁹⁹ e 33,3%, rispettivamente, ben superiore a quella media nazionale pari al 22%.

⁹⁹ Tale percentuale va, tuttavia, interpretata con la dovuta cautela, in quanto basata su numeri particolarmente esigui che riguardano le regioni considerate.

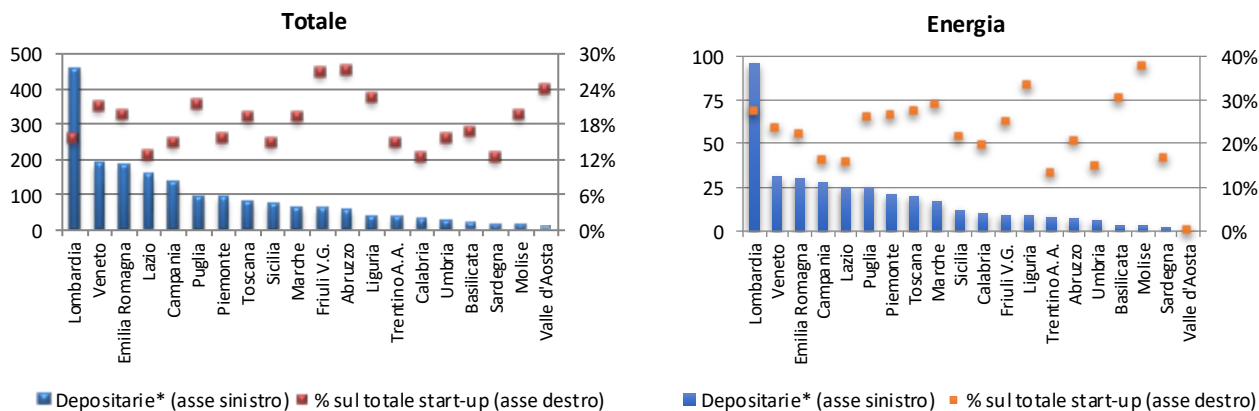


FIGURA 8.17 Totale start-up vs. start-up Energia – Attività brevettuale per area geografica, marzo 2020

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

8.7. DINAMICA DEMOGRAFICA

Si propone, infine, nelle successive Figure 8.18 e 8.19, una rappresentazione grafica del posizionamento delle singole regioni rispetto al tema start-up innovative, valutando, da un lato, il numero pro-capite di realtà presenti sul territorio – così da “ripulire” il dato dall’aspetto dimensionale del territorio stesso – dall’altro la solidità di tali realtà, misurata dal tasso di mortalità registrato nell’ultimo semestre utile.

Con riferimento al campione complessivo (Fig. 8.18), si nota subito come solo due regioni siano posizionate nei quadranti superiori del grafico, ossia quelli cui appartengono le regioni con tassi di mortalità superiori alla media nazionale (19%): si tratta di Umbria, con un tasso di mortalità nell’ultimo semestre pari al 20,9% ed un numero di start-up pari a 210 per ogni milione di abitanti (superiore alla media nazionale di 183), che posiziona la regione nel cluster dei c.d. *High-mortality Performers*, e Sardegna, che occupa invece il cluster dei *Worst Performers*, a causa non solo di un tasso di mortalità molto elevato (30,5%) ma anche un numero relativo di start-up piuttosto contenuto (80 per ogni milione di abitanti).

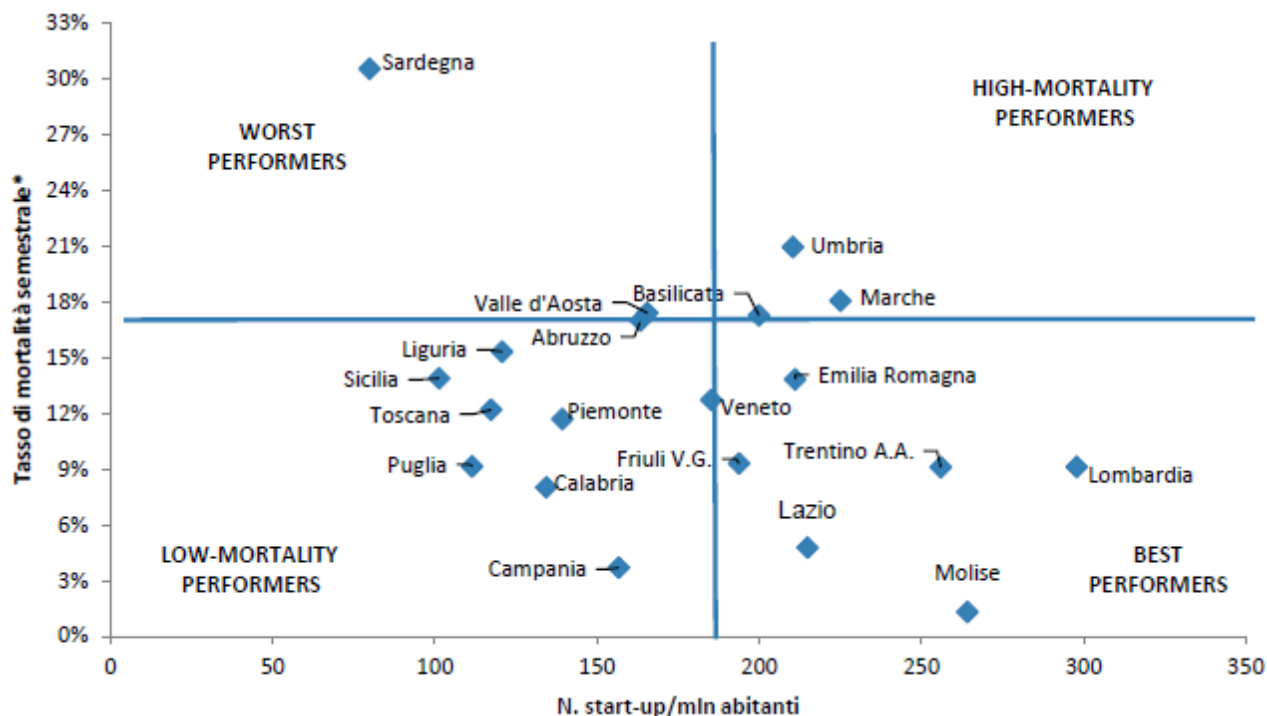


FIGURA 8.18 La performance delle regioni italiane per numero e mortalità delle start-up (2020)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Tutte le altre regioni sono equamente distribuite tra i restanti due cluster. Nove regioni – prevalentemente meridionali, ma anche alcune regioni del Centro-Nord – registrano un basso tasso di mortalità ma allo stesso tempo ospitano un numero relativamente basso di start-up, e sono pertanto classificate come *Low-mortality Performers*. Le altre nove regioni appartengono invece al cluster dei *Best Performers*, ossia con un numero di start-up per milione di abitanti superiore alla media (che va dalle 185 del Veneto alle 298 della Lombardia) ed anche un buona capacità di restare sul mercato a distanza di tempo: appartengono a questo cluster non solo regioni del Nord Italia, ma anche Marche, Basilicata e Molise, quest’ultimo con un tasso di mortalità nell’ultimo semestre utile particolarmente basso e pari a solo l’1,3%.

Con riferimento, invece, al campione delle start-up energetiche (Fig. 8.19), la situazione appare un po’ invertita rispetto al campione complessivo, con poche regioni che registrano tassi di mortalità inferiori alla media nazionale.

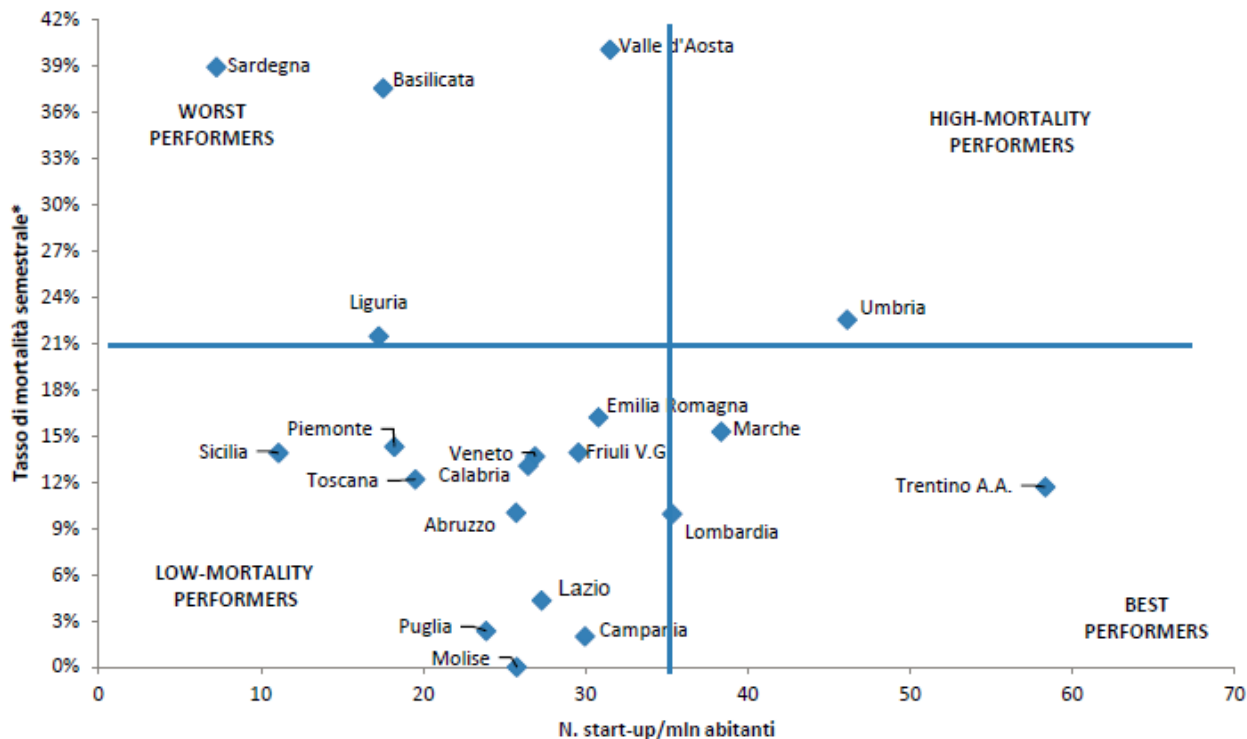


FIGURA 8.19 La performance delle regioni italiane per numero e mortalità delle start-up energetiche (2020)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati InfoCamere (aggiornati al 2 marzo 2020)

Le regioni meglio posizionate risultano essere Lombardia e Campania, ma anche le tre regioni meridionali appartenenti al cluster *Low-mortality Performers* (Abruzzo, Puglia e Molise) mostrano una buona performance, avendo un numero relativo di start-up energetiche molto prossimo alla media nazionale (27 per milione di abitanti), con numeri che vanno dal 24 della Puglia al 26 del Molise (quest'ultimo, peraltro, con un tasso di mortalità nullo nell'ultimo semestre).

Le restanti regioni, che popolano i due quadranti superiori, mostrano comunque dei tassi di mortalità non di troppo superiori alla media nazionale (11%) – nettamente più bassa della media registrata nel campione complessivo – a eccezione di Sardegna, Basilicata e Valle d'Aosta, per le quali va specificato tuttavia che il tasso molto elevato dipende anche da un numero di start-up molto contenuto che tende a far schizzare molto facilmente il numero percentuale di start-up uscite dal mercato nel lasso di tempo osservato.

8.8. CONSIDERAZIONI FINALI

Dall'analisi fin qui illustrata emerge chiaramente che quello delle start-up innovative può essere considerato un settore in fermento e, visti i numeri, non più considerabile come una realtà di nicchia: dalla loro introduzione nel 2012, infatti, la crescita è stata esponenziale, sia in termini complessivi che di nuovi ingressi.

In termini assoluti, le regioni settentrionali risultano essere sicuramente quelle più fertili, grazie anche a un contesto socio-economico favorevole e alla presenza di università e importanti centri di ricerca che caratterizzano in particolare alcune province.

Le start-up innovative mostrano sicuramente una maggior vocazione verso il settore dei servizi, in particolare quelle energetiche, che si occupano prevalentemente di attività di ricerca e sviluppo. Queste ultime mostrano anche una spiccata tendenza ad un'attività innovativa di più alto livello, intesa come capace di tradursi in brevetti depositati o software registrati.

Resta certamente l'elemento dimensionale il principale punto di criticità: la stragrande maggioranza delle start-up (sia nel settore energetico che in altri) fattura meno di 500.000 euro e sono pochissimi i casi in cui la forza lavoro impiegata supera i dieci addetti. Ciononostante, non è banale l'impatto economico relativo all'universo delle start-up ad oggi esistenti in Italia, che nel presente lavoro è stato stimato in un valore fino a 4 miliardi di euro, di cui circa un quinto generato nelle regioni meridionali. Di questo valore complessivo una parte significativa – e crescente rispetto agli scorsi anni – è attribuibile alle sole start-up energetiche, cui si riferisce circa il 16% del valore di produzione totale stimato (circa 660 miliardi di euro). Come accennato, rimane critico l'aspetto dimensionale, soprattutto in termini di forza lavoro impiegata: l'impatto occupazionale resta infatti, in termini relativi, molto esiguo sebbene, date le prospettive, destinato a crescere nei prossimi anni. Si tratta, al momento, di una stima che parla, al più, di 68.600 posti di lavoro (oltre la metà nel Nord Italia). Esiguo il numero di lavoratori stimati per il comparto energia che non arriva, nella migliore delle ipotesi, a 9.600 unità complessive.

Insomma, il numero è consistente e la crescita buona. Il problema vero è la scalabilità del business, ossia la capacità di sopravvivere ai primi tre anni di attività, ma in Italia esiste una scarsa propensione al rischio e tra le possibili cause, oltre al fattore culturale, vi sono la scarsa esecuzione dei contratti, il basso livello di fiducia interpersonale e l'incertezza politica.

Il ritardo più evidente che l'Italia sconta in questo momento è, più nello specifico, nel venture capital. Ulteriori investimenti in fondi di venture capital potrebbero essere sostenuti anche attraverso un intervento pubblico – così da fare “massa critica” - magari accompagnati da politiche complementari volte a facilitare l'accesso al mercato e ad eliminare le barriere alla crescita per le

nuove imprese. A ciò, naturalmente, deve necessariamente accompagnarsi un cambio di mentalità, che elimini l'atteggiamento "culturale" refrattario all'innovazione e la mancanza di *advocacy* nel dibattito pubblico tipici del nostro Paese. Infine, un'efficace politica per le start-up è sicuramente necessaria ma rischia di non essere sufficiente a stimolare l'imprenditorialità innovativa, mentre appaiono necessarie anche riforme orizzontali che creino un ambiente più favorevole alle imprese, in particolare alle giovani e piccole imprese.

RIFLESSIONI CONCLUSIVE

Anche in quest'edizione l'analisi proposta, con riferimento ai brevetti richiesti in ambito energetico e in particolare elettrico, e ancor di più nell'ambito della mobilità elettrica, conferma il nanismo del nostro Paese, da cui proviene solo lo 0,8% dei brevetti energetici, lo 0,9% dei brevetti richiesti in ambito elettrico e soltanto lo 0,08% di quelli relativi alla mobilità elettrica. L'Italia si colloca alla coda di un'Europa che non brilla per numero di innovazioni proposte e continua a essere trainata dalla Germania (con quasi 8.300 brevetti energetici e 2.880 brevetti elettrici). La Cina, confermando una tendenza iniziata nel 2015, continua a mostrare, specialmente in ambito energetico, tassi di incremento che non hanno pari tra gli altri *competitor*. La lunga rincorsa iniziata nel 2008 nelle tecnologie energetiche ha portato la Cina a raggiungere il Giappone nel 2018, quasi 27% contro 4,5% il tasso di crescita medio annuale nel decennio, mentre gli Stati Uniti si posizionano saldamente al terzo posto con un tasso del 7%. È confermato il ridimensionamento della Corea del Sud. Tra le tecnologie elettriche si confermano in testa, anche nel 2018, l'*energy storage*, il solare fotovoltaico e l'eolico, che congiuntamente hanno intercettato più del 58% del totale (in flessione rispetto alla quota cumulata del 65% del 2017). Per chiudere con le statistiche brevettuali italiane, queste, anche nel 2018, sono quasi interamente occupate dall'attività di imprese (81%) e persone fisiche (15%). Dal punto di vista territoriale, il divario Nord-Sud è confermato.

Per quanto riguarda l'attività brevettuale nell'ambito della mobilità elettrica, anche in comparazione con l'analisi svolta nelle precedenti edizioni del Rapporto, emerge un complessivo ridimensionamento globale dell'attività. Non cambia invece il grande distacco dell'*energy storage*, con più di 4.000 brevetti, su tutte le altre tecnologie. Seguono, a notevole distanza, le stazioni di ricarica, i veicoli ibridi ed elettrici e il *fuel cell* per i trasporti, mentre resta fortemente residuale quello per gli autoveicoli elettrici. Guardando ai Paesi, invece, primo in assoluto risulta il Giappone, con un totale di 713 brevetti, seguito dagli Stati Uniti (703), dalla Germania (596) e dalla Corea del Sud (289). Si segnala altresì una condizione di residualità dell'attività brevettuale per le tecnologie considerate da parte dell'Italia, che mostra soltanto cinque richieste di brevetto.

Osservando ancora le tecnologie del prossimo futuro, il *sector coupling*, inteso come integrazione razionale dei settori dell'energia elettrica e del gas naturale, rappresenta la naturale evoluzione del settore energetico nei prossimi anni, dati i sempre più stringenti obiettivi di decarbonizzazione ed efficientamento energetico. Nel futuro che si sta profilando, la partecipazione ai mercati

nell'Unione europea sarà attiva, con maggiori possibilità di scelta, comunicazione e incorporazione dei segnali di prezzo a beneficio dei consumatori, anche piccoli, che potranno scegliere tra numerose opzioni. Si lavorerà per progettare reti del futuro in cui la somma delle singole parti genera efficienze e vantaggi, direttamente riscontrabili in termini di benefici per tutti i consumatori. La conversione circolare dell'energia, attraverso le differenti filiere dell'elettricità, del gas naturale, del calore e dei combustibili liquidi, sarà accoppiata con diverse possibilità di accumularla, al fine di intercettare e conservare innanzi tutto l'ingente apporto della generazione elettrica da fonti rinnovabili non programmabili. Un sistema dunque più razionale, operativamente flessibile e sicuro. Un simile ambizioso progetto, data la disponibilità di fondi importanti ma comunque limitati, è destinato a confrontarsi con l'inevitabile selezione di priorità e tecnologie preferenziali. Il programma ETIP SNET ha già individuato 12 aree funzionali, ma nel prossimo futuro saranno i progetti pilota, gli esiti delle *"regulatory sandbox"* e lo status delle tecnologie (*Technology Readiness Level*) a stabilire come si orienteranno le autostrade europee dell'energia.

Nel 2019, per la prima volta in quasi dieci anni, si osserva un declino nelle capacità di accumulo installata nel mondo; a calare sono state soprattutto le installazioni di sistemi di accumulo *grid-scale* (-20%), mentre la crescita dello stoccaggio *behind-the-meter* è rimasta piatta. Anche la crescita della capacità di accumulo in Europa è rallentata, malgrado le diverse iniziative a sostegno dell'*energy storage*, come i programmi finanziati da *Horizon 2020*, l'Alleanza europea per le batterie, cui si è appena aggiunta quella italiana. Secondo l'AIE ciò è da imputare principalmente all'incertezza riguardo le norme che disciplinano l'*energy storage*, nonché la rischiosità degli investimenti privati in questo settore. Si prevede che nel 2020 tale declino sarà, con tutta probabilità, esacerbato dalla pandemia da COVID-19. A una riduzione generale degli investimenti, infatti, potrebbe accompagnarsi la crisi delle complesse *supply chain* su cui si fonda, in particolare, la produzione di batterie. Diventa dunque cruciale rimuovere tutti quegli ostacoli che possano frenare i potenziali investitori privati nell'ambito dell'*energy storage*. Tra questi, la Corte dei conti europea ha rilevato in particolare: i canoni per l'utilizzo della infrastruttura di rete, che in alcuni Paesi devono essere pagati due volte, sia in veste di consumatori che di produttori; la combinazione di entrate provenienti da servizi diversi (come la risposta in frequenza, il supporto della tensione, la modulazione della potenza in risposta alle variazioni di carico, lo scambio di energia elettrica); le incertezze riguardo la titolarità degli impianti di accumulo di energia; l'associazione dell'energia elettrica ad altre forme di energia (calore, idrogeno, gas naturale di sintesi). Il *Clean Energy Package* – nonostante l'ampia sfera d'azione – affronta solo parzialmente i suddetti ostacoli. Vi è dunque certamente spazio per nuove e più incisive misure di policy.

Esaminando la domanda e le nuove figure di produttori consumatori – i *prosumer* – e considerata l'inevitabile evoluzione digitale, tutto fa pensare che la *blockchain* avrà un ruolo fondamentale. La creazione di piattaforme di scambio energetico basate sulla catena a blocchi permetterà ai piccoli produttori di energia e ai proprietari di impianti residenziali di cedere l'elettricità in eccesso direttamente ad altri soggetti utilizzatori della rete, senza l'intervento di intermediari. Il venir meno di questi ultimi rende le transazioni più veloci, efficienti e economicamente vantaggiose grazie agli *smart contract*, o contratti intelligenti, le cui caratteristiche peculiari non si riconducono facilmente alle categorie giuridiche tradizionali. Sono infatti contratti che vengono eseguiti in automatico da un software, all'avverarsi di determinate condizioni decise in precedenza dagli sviluppatori. Le clausole di un accordo tra due o più parti sono programmate in un codice alfanumerico, che fornisce un set predefinito di istruzioni; il codice viene conservato sul *blockchain* così come le transazioni sono conservate normalmente su altre catene di controllo. Quando si soddisfano le condizioni descritte nel codice per l'avveramento di eventi interni o esterni, vengono automaticamente innescate specifiche azioni anche esse definite nel codice. Gli automatismi, l'auto esecuzione degli *smart contract* – che pure ben si prestano allo scambio di prestazioni semplici, il più possibile codificate – lasciano ancora irrisolte alcune questioni giuridiche (già esaminate nell'edizione 2018 del Rapporto). Dati, informazioni e possibilità di esecuzioni automatiche offrono molteplici possibilità. In quest'ambito abbiamo esplorato la possibilità di creare un'identità energetica pubblica abbinando il sistema SPID all'insieme dei dati presenti nel Registro Centrale Ufficiale del Sistema Informativo Integrato, utilizzando come chiave primaria la titolarità dell'utenza e il Codice punto di consegna (POD e PDR). L'ipotesi base per la creazione di un'identità energetica del consumatore (SPIDE) è consentire al cliente virtuoso la possibilità di condividere i propri dati energetici con la consapevolezza che, attraverso tale *data-sharing*, riceverebbe un'offerta personalizzata e, si spera, più conveniente dal fornitore. Ciò in virtù del fatto che quest'ultimo riceve una serie di informazioni che consentono di inquadrare meglio il rischio associato all'acquisizione del cliente senza trascurare la riduzione del costo di acquisizione dello stesso. Occorre auspicabilmente evitare che la maggior conoscenza del cliente da parte del fornitore si riveli un boomerang per il primo. Diversi tuttavia potrebbero essere i vantaggi per il sistema – dal contenimento della morosità a un più efficace monitoraggio statistico – e dunque per l'intera collettività dei consumatori.

Abbiamo altresì visto che crescenti scambi di dati e informazioni caratterizzeranno l'evoluzione della mobilità di persone e merci nei prossimi anni. Proprio la generalizzata diffusione degli *smartphone* ha infatti impresso una notevolissima accelerazione all'utilizzo dei mezzi in

condivisione permettendo lo sviluppo dello *sharing* a flusso libero, prima per le auto, poi per i ciclomotori e le biciclette, tradizionali e non, e i mezzi di micromobilità. Quest'ultima è sembrata avvantaggiarsi dalle conseguenze della pandemia, come pure dimostra il grande successo di vendite che stanno avendo le biciclette a pedalata assistita e non, benché l'atteso bonus di 500 sia lontano dall'arrivare e probabilmente insufficiente per soddisfare tutte le richieste, nonostante la dotazione del relativo fondo dovrebbe attestarsi a 120 milioni di euro. Modesti e del tutto insufficienti per un impatto diffuso sul parco circolante sono gli incentivi previsti per il settore auto, che è stato uno dei più colpiti e che si trova ad affrontare sfide davvero difficili, a cominciare da quella ambientale. Al di là, dell'elettrificazione spinta notevolmente dalle norme europee, e sul cui successo non resta che aspettare, i produttori di autoveicoli e di carburante stanno mettendo in campo una serie di innovazioni incrementali e strutturali. Tra queste ci siamo soffermati sugli *E-fuel*, che potranno rappresentare un valido complemento rispetto alle tendenze maggiormente significative di questi anni, come l'elettrificazione e l'utilizzo di biocarburanti, avendo anche l'enorme vantaggio di impattare sulla totalità del parco circolante, potendosi miscelare con gli attuali carburanti tradizionali. In materia di nuovi carburanti, in attesa dell'idrogeno, continua il successo del GNL. L'espansione della rete di rifornimento non si arrestata neanche durante la pandemia, nonostante resti ancora irrisolta la paradossale dipendenza dall'estero. La crescita della rete di distribuzione di gas liquido rende peraltro ancor più capillare quella del metano compresso, che ormai ha superato i 1.400 punti di rifornimento operativi ed è destinata a beneficiare del grande attivismo intorno al biometano, che ha tutte le caratteristiche per essere il più circolare dei carburanti, benché la realizzazione degli impianti non possa considerarsi scontata. Ci siamo infine occupati di 5G quale fattore abilitante per la guida autonoma, che tuttavia si conferma materia complessa e destinata a una diffusione graduale.

Tra i fattori che possono ridurre le esternalità negative generate dallo spostamento delle persone vi è senz'altro la possibilità di lavorare da casa, senza la necessità di dover ricorrere a un mezzo di trasporto per raggiungere il posto di lavoro. Dall'analisi svolta nel capitolo 7 è emerso un cospicuo gap tra l'Italia e gli altri Paesi europei nella diffusione di quello che in molti, nonostante le diverse declinazioni, chiamano "*smart working*". Il divario va attribuito innanzitutto al ritardo nella digitalizzazione che caratterizza il nostro Paese. Durante la pandemia, sulla spinta della necessità e della forza maggiore, si è tuttavia registrata una consistente conversione delle attività produttive allo *smart working*, inteso, invero, in una forma più restrittiva, quella del telelavoro, considerate le misure di contenimento del virus. Questo evento ha comportato anche un incremento notevole dell'interesse collettivo verso le modalità di lavoro agile, che può portare a una maggiore diffusione

dello smart working, i cui effetti potranno essere efficacemente valutati solo nel medio termine. Emerge, tuttavia, già negli anni passati una tendenza visibile all'aumento dei progetti strutturati di lavoro agile, in particolare per le grandi imprese. Con riguardo dell'impatto dello smart working sui consumi energetici, da un'ampia rassegna di letteratura emerge che risultano numerose incertezze e ambiguità sui suoi benefici effettivi in termini di risparmio energetico.

Infine, per quanto riguarda le start-up, la Lombardia si conferma il terreno maggiormente fertile per la costituzione di nuove attività imprenditoriali di stampo innovativo: quasi una start-up energetica su quattro è attiva in questa regione. Anche le start-up energetiche sono numericamente più presenti nelle regioni settentrionali e nel Lazio, ma è interessante notare che rispetto ad altri settori queste sono mediamente più attive sul fronte brevettuale, e su questo piano non si riscontrano particolari differenze geografiche.

La dimensione d'impresa continua a rappresentare un elemento di criticità: la stragrande maggioranza delle start-up (sia nel settore energetico che in altri) fattura meno di 500.000 euro e sono pochissimi i casi in cui la forza lavoro impiegata supera i dieci addetti. Tuttavia, l'impatto che queste realtà innovative hanno sull'economia nazionale è da non trascurare: si parla di un valore fino a circa 4 miliardi di euro, di cui circa il 16% da attribuirsi alle sole start-up energetiche. Anche se meno rilevante è in crescita, o almeno lo era fino a marzo, l'impatto in termini occupazionali, dove si stimano fino a quasi 68.500 posti di lavoro (oltre la metà nel Nord Italia), di cui circa 9.600 nel solo comparto energia.

POSTFAZIONE

UNA PROPOSTA D'INNOVAZIONE PER I PROCEDIMENTI AUTORIZZATIVI⁵

Raramente un rapporto di ricerca è corredato di una postfazione. L'edizione 2020 del Rapporto Innov-Ecapita, tuttavia, in un momento storico particolare e del tutto inaspettato, un momento in cui è fondamentale ripartire con il piede e il ritmo giusti.

All'indomani della pandemia da Covid-19, non ci si può non chiedere quali saranno i possibili cavalli trainanti della ripresa economica dell'Italia (e dell'Europa intera). Sicuramente, tra questi vi è la transizione energetica. Tuttavia, per un pieno raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione, è necessario procedere ad una radicale semplificazione delle procedure autorizzative che si inserisca nel quadro più ampio di generale innovazione di tutto il sistema amministrativo e burocratico. Varie misure sono attualmente al vaglio del Governo, tra queste segnaliamo: (i) l'istituzione di una commissione VIA speciale per l'autorizzazione delle opere previste dal PNIEC; (ii) la creazione di una sotto-categoria delle aree a destinazione agricola in cui far confluire quelle aree riclassificate in seguito allo smantellamento di precedenti attività e che, pertanto, non sarebbero gravate da alcun limite in relazione allo sviluppo di progetti fotovoltaici; (iii) l'introduzione di interventi di riduzione dei tempi autorizzativi con riferimento agli impianti FER (Piano Colao) e (iv) il tentativo di accelerazione dei tempi procedurali in conferenza di servizi e la possibilità che, in caso di progetti di modifica di impianti rinnovabili (integrali ricostruzioni, rifacimenti, riattivazioni e potenziamenti), la procedura di VIA abbia ad oggetto solo l'esame delle variazioni dell'impatto ambientale derivanti dalle modifiche (Decreto Semplificazioni – bozza del 6 luglio 2020). Tuttavia, sebbene tali sforzi governativi siano accolti con favore, né sono sufficienti né hanno un livello di concretezza tale da favorire investimenti per lo sviluppo delle FER. In particolare, l'istituzione della commissione VIA speciale avrebbe la rilevanza auspicata soltanto qualora la sua istituzione fosse accompagnata da una contestuale modifica del Codice ambiente atta a ricondurre nell'alveo delle VIA di competenza statale i progetti da fonte fotovoltaica ed eolica di capacità non superiore a 30 MW.

Al fine di una innovativa revisione delle procedure autorizzative degli impianti FER, riteniamo sia urgente e necessario intervenire prevedendo le seguenti misure:

- (i) armonizzazione delle procedure autorizzative a livello nazionale, perentorietà dei termini generalizzata e *accountability* del responsabile del procedimento;
- (ii) semplificazione (silenzio-assenso) delle procedure autorizzative per alcuni tipi di interventi standard;

- (iii) mappatura in via preliminare e stabile della vincolistica su tutto il territorio nazionale e contestuale esclusione di competenza degli enti non interessati da tali vincoli.

In merito al primo punto, segnaliamo che, nella prassi autorizzativa, gli indirizzi e gli orientamenti mostrati dalle diverse Regioni sono differenti e anche molto discordanti, in particolare con riguardo al rispetto dei termini di conclusione delle procedure.

Inoltre, il mancato aggiornamento periodico delle “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” (D.M. 10 settembre 2010, le Linee Guida) costituisce una carenza importante. Pertanto, dopo quasi dieci anni dalla data della prima emanazione, tali Linee Guida andrebbero opportunamente innovate, sia innervandole con le buone pratiche nel frattempo emerse e condivise, sia aggiornandole nelle sezioni meno lineari e stabilendo un percorso di allineamento periodico con il coinvolgimento delle Regioni, che sono in prima linea nella gestione delle pratiche autorizzative.

In quest’ottica di generale innovazione, sarebbe molto utile prevedere anche limiti temporali univoci in tutto il territorio nazionale. Questo non dovrebbe comportare particolari difficoltà, considerando che, nella maggior parte dei casi, le norme attuali già prevedono regole e termini certi per la gestione delle procedure autorizzative e la relativa conclusione. Inoltre, sarebbe opportuno emanare apposite linee guida, ad uso delle singole amministrazioni, atte a standardizzare le modalità di superamento degli ostacoli che di volta in volta rallentino i procedimenti di autorizzazione per cause non imputabili alle parti coinvolte. Specifiche *check-list* di processo, infatti, dovrebbe poter consentire una serena gestione del procedimento, nonché il superamento di potenziali vincoli, ostacoli e battute di arresto al progetto, che dipendano dalle caratteristiche proprie dell’area e/o dagli enti coinvolti nell’iter di autorizzazione.

Inoltre, al fine di limitare il più possibile la deriva del protagonismo regionalistico, occorrerebbe intervenire lungo due direttive: da una parte favorire un’armonizzazione delle norme con cui le Regioni si misurano (ad esempio, evitando la delega alle Province per il procedimento di Autorizzazione Unica, come avviene oggi in qualche procedura regionale) e dall’altra ridurre a unità e coerenza, auspicabilmente attraverso regole nazionali più stringenti, le politiche regionali (ora frammentarie) che influenzano i tempi e la semplificazione delle procedure relative a impianti FER. Con particolare riferimento ai procedimenti di Autorizzazione Unica e al fine della concreta attuazione dell’art. 16 della Direttiva RED II del Parlamento e del Consiglio Europeo sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, sarebbe opportuno fissare termini endoprocedimentali perentori e validi per tutto il territorio nazionale, entro i quali le amministrazioni chiamate a rendere un parere o ad esprimere valutazioni tecniche debbano

esprimersi, prevedendo, altresì, ipotesi di risarcimento del danno ingiusto causato al cittadino dalle amministrazioni per inosservanza dolosa del termine di conclusione di un procedimento, come già avviene in altri Paesi europei, ovvero introducendo penalizzazioni pecuniarie per i dirigenti pubblici inadempienti (come già prospettato dal D.d.L. Nicolais).

In un'ottica di innovazione e semplificazione delle procedure autorizzative degli impianti FER, sarebbe, altresì, auspicabile un diverso approccio politico al concetto di "consumo di suolo", che troppo spesso è simbolo di difesa dello status quo naturale. A tal riguardo, sarebbe più utile confrontarsi con la categoria politico-culturale di "utilizzo di suolo per lo sviluppo delle rinnovabili e per la decarbonizzazione".

Con riferimento ai casi di *revamping*, occorrerebbe procedere alla standardizzazione degli interventi a ridotto impatto ambientale, prevedendo criteri oggettivi di valutazione dei progetti che comportano un consumo del suolo minimo (ad esempio, progetti da fonte eolica che comportano un numero limitato di aerogeneratori ovvero progetti fotovoltaici realizzati su aree industriali) e assoggettare tali interventi a procedure semplificate.

Al fine di agevolare la realizzazione di varianti efficienti, inoltre, sarebbe opportuno che il legislatore nazionale individuasse analiticamente e definitivamente i diversi casi in cui le modifiche apportate al progetto (ovvero all'impianto) debbano essere considerate sostanziali o non sostanziali e che fosse definita in via preliminare e stabile la vincolistica su tutto il territorio nazionale, lavorando ad una mappatura puntuale e condivisa da tutti gli enti pubblici.

Preoccupa, infatti, la proposta di individuare a monte le "aree idonee" allo sviluppo di impianti FER, soprattutto perché ritiene molto difficile che si attui una felice concertazione con gli enti locali, rendendo tortuoso – se non addirittura impossibile – scegliere tali aree. Inoltre, tale individuazione verosimilmente porterebbe amministrazioni e portatori di interessi ad escludere installazioni FER in tutte le aree che non ricadono nella classificazione "idonea". Al contrario, l'individuazione di aree a "priorità FER" (quelle, per esempio, dove sono già presenti installazioni) potrebbe veicolare un messaggio maggiormente positivo.

In tal modo si garantirebbe all'operatore FER un orientamento certo su "*siting*" e progettazione dell'impianto, eliminando del tutto l'attuale incertezza derivante dalla possibilità di blocchi e rallentamenti dovuti all'ottenimento di pareri e nulla osta da parte di svariati enti, pur in assenza di vincoli specifici. In particolare, è necessario che, con riferimento all'intero territorio nazionale, siano puntualmente individuati ex ante sia tutti i vincoli paesaggistici e ambientali sia gli enti gli enti incaricati della loro tutela. Inoltre, qualora si procedesse ad una puntuale individuazione *ex ante* dei vincoli gravanti sui potenziali siti di installazione, sarebbe opportuno prevedere

l'intervento obbligatorio delle Soprintendenze nel procedimento autorizzativo esclusivamente in presenza di effettivi vincoli paesaggistici sull'area interessata dal progetto.

La mancanza di vincoli territoriali espressamente previsti a livello nazionale renderebbe superfluo l'intervento di una compagine di enti e soggetti della pubblica amministrazione, chiamati di volta in volta ad esprimersi su questioni in merito a cui *de facto* non nutrono un concreto interesse. Pertanto, a valle della fase di mappatura nazionale, agli enti non interessati da vincoli sul territorio non dovrebbe essere più attribuita alcuna competenza all'interno del procedimento di autorizzazione.

In tale solco si è collocata una recente pronuncia del TAR Lazio (sentenza n. 4793 del 7 maggio 2020) , con cui il giudice amministrativo ha chiarito come l'assenza di vincoli sull'area interessata dal progetto rende per sé non vincolante il parere negativo rilasciato dalla Soprintendenza e che il mero richiamo della normativa "Burden Sharing" è sufficiente a rendere congrua e immune da vizi di legittimità la motivazione adottata dalla Regione al fine dell'identificazione dell'interesse pubblico prevalente, necessario per il superamento dei pareri negativi resi da parte delle Soprintendenze.

Sollewa, infatti, non poche preoccupazioni il ruolo che nel procedimento autorizzativo hanno assunto le Soprintendenze. Nella prassi, gli organi periferici del Ministero per i beni culturali (Mibac) hanno espresso numerosi pareri negativi nell'ambito dei procedimenti unificati di autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, anche in assenza di vincoli paesaggistici sulle aree interessate (e in molti casi nonostante la capacità complessiva dei progetti fosse stata grandemente ridotta). In tali casi, le Regioni hanno ritenuto non ragionevolmente fondato il parere negativo delle Soprintendenze e, in esito alla Conferenza di servizi, hanno autorizzato il progetto, innescando il procedimento oppositivo – e il conseguente rallentamento – delineato dall'art. 14-*quinquies* della Legge 241 del 7 agosto 1990. Ai sensi di detta norma, infatti, le amministrazioni dissenzienti possono proporre opposizione dinanzi al Presidente del Consiglio dei ministri, entro dieci giorni dalla sua comunicazione, avverso la determinazione motivata di conclusione della Conferenza di servizi, a condizione che abbiano espresso in modo inequivoco il proprio motivato dissenso prima della conclusione dei lavori della Conferenza. Tale opposizione sospende l'efficacia della determinazione motivata di conclusione della Conferenza. La Presidenza del Consiglio dei Ministri, non oltre il quindicesimo giorno successivo alla ricezione dell'opposizione, indice una riunione con la partecipazione delle amministrazioni che hanno espresso il dissenso e delle altre amministrazioni che hanno partecipato alla Conferenza, al fine di individuare una soluzione condivisa e superare il dissenso.

A seguito di tale opposizione, dunque, e per tutto il tempo in cui tale procedimento è in corso, l'efficacia della determinazione di conclusione della Conferenza è sospesa e l'esito del procedimento di autorizzazione incerto. Questa situazione di incertezza appare ancor più grave, ove si consideri che la legge tace riguardo ai tempi del procedimento di opposizione, non fissando alcun termine conclusivo. Pertanto, la carenza di motivazioni oggettive con cui giustificare la formulazione di pareri negativi e la successiva opposizione alla determinazione della Conferenza di servizi, più che orientata alla reale salvaguardia dei paesaggi e dei siti di interesse culturale, appare del tutto finalizzata a ritardare e scoraggiare la costruzione di nuovi impianti.

La situazione di stallo che viene a delinarsi e l'incertezza, tanto nell'*an* quanto nel *quando*, in merito alla conclusione del procedimento oppositivo e alla conseguente efficacia della determinazione autorizzativa costituisce, infatti, un ostacolo rilevante per gli investitori e vanifica l'operato delle amministrazioni diligenti che si sforzano di contenere i procedimenti autorizzativi entro tempi efficienti.

Pertanto, al fine di scoraggiare tali prassi oppositive e fino al completamento del processo di mappatura nazionale, sarebbe opportuno procedere quantomeno ad una revisione dell'art. 14-*quinquies* della Legge 241 del 7 agosto 1990, prevedendo un termine perentorio per il legittimo ed efficiente pronunciamento della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Infine, assumendo che decarbonizzare voglia dire prima di tutto innovare, occorre che il legislatore si occupi della regolazione della produzione di idrogeno. Produrre idrogeno tramite elettrolisi richiede, infatti, che agli elettrolizzatori sia garantito libero accesso alla rete elettrica, così da prelevare elettroni dalla rete di distribuzione e, quindi, anche dalle fonti rinnovabili. L'idrogeno prodotto tramite elettrolisi, dunque, potrebbe essere temporaneamente stoccato e reimpresso successivamente in celle a combustibile ovvero in altri sistemi di produzione elettrica. In alternativa, l'idrogeno prodotto tramite elettrolisi potrebbe essere convertito prima in metano e poi in altro gas equivalente del gas naturale e immesso direttamente nella rete di distribuzione gas. Favorire la diffusione e l'installazione degli elettrolizzatori costituirebbe da un lato un'importante fonte di energia a emissioni zero, dall'altro un proficuo mezzo di bilanciamento delle reti. In caso di sovraccarico, infatti, gli elettrolizzatori entrerebbero in funzione, prelevando elettricità dalla rete (e, nel caso si trattasse di energia da fonti rinnovabili, il ciclo di produzione sarebbe completamente *green*) e trasformandola in idrogeno, che, successivamente, potrebbe essere (i) stoccato e utilizzato come combustibile, (ii) ri-elettrificato e reimpresso nella rete elettrica, consentendo altresì bilanciamenti in caso di sotto-carico della rete ovvero (iii) trasformato in gas e immesso nella rete di distribuzione gas.

Al momento, la regolazione in materia è carente. Occorrerebbe, pertanto, (i) intervenire nella regolazione delle procedure tecniche di elettrolisi e di ri-gassificazione, (ii) prevedere chiare e uniformi procedure autorizzative in materia di stoccaggio e (iii) istituire un efficiente piano di incentivazione dell'energia a emissioni zero.

[§] Lorenzo Parola di Herbert Smith Freehills.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Atkins (2016), *Connected & Autonomous Vehicles. Introducing the Future of Mobility*, 2016
- Baptista P., Melo S., Rolim C. (2014), *Transportation: Can we do more with less resources?*, in 16th Meeting of the Euro Working Group on Transportation – Porto 2013
- Barth M., Shaheen S., (2002), *Shared-Use Vehicle Systems: A Framework for Classifying Car sharing, Station Cars, and Combined Approaches*, in Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1791, pp. 105-112, gennaio 2002
- Boni, R. (2020), *Formula Killer CO₂= 95 + 0,0333 x*, Quattroruote, marzo 2020 numero 775
- Brynolf, S., Taljegard, M., Grahn, M., Hansson, J. (2017). *Electrofuels for the transport sector: A review of production costs*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1–11, giugno 2017
- Butenko, A. (2016), *User-centered innovation and regulatory framework: energy prosumers' market access in EU regulation*, 2016
- Caltrans Division of Research, Innovation and System Information (2018), Environmental Impacts of Connected and Automated Vehicles
- Cappelli, V. (2019), *Blockchain e fornitura di energia. Riflessioni in materia di responsabilità tra decentralizzazione e tutela dei consumatori*, Osservatorio del diritto civile e commerciale (ISSN 2281-2628), Fascicolo 2, dicembre 2019
- Cehade, Z., Mansilla, C., Lucchese, P., Hilliard S., Proost J. (2019), *Review and analysis of demonstration projects on power-to-X pathways in the world*, International Journal of Hydrogen Energy 44
- Choudary, S. P., Parker. G.G., Van Alstyne, M. W. (2016), *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You*, W W Norton & Co Inc
- Clò, A. Sileo, A. (2018), *Le prospettive del settore dei veicoli industriali in Italia*, UNRAE, 29 novembre 2018
- Codegoni, A. (2019), *E se per l'accumulo puntassimo sull'ammoniaca?*, Qualenergia, gennaio 2019.
- Comissione europea, *Clean Energy for All Europeans – unlocking Europe's growth potential. EU Commission Energy Winter Package*. Novembre 2016 disponibile a: <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commissionproposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>

Commissione europea (2008). *“Annex to the Impact Assessment document accompanying the package of implementation measures for the EU’s objectives on climate change and renewable energy for 2020”*. SEC (2008) 85 Vol.II

Commissione europea (2016), *Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050* (disponibile all’URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ref2016_report_final-web.pdf)

Commissione europea, Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources

Commissione europea, GREEN PAPER Building a Capital Markets Union Public consultation. Maggio 2015

Commissione europea, SET-Plan ACTION n°7 –Declaration of Intent *“Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward”*, 2016

CONCAWE (2019). *A look into the role of e-fuels in the transport system in Europe (2030-2050)* <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/E-fuels-article.pdf>

CONCAWE (2020). *Role of e-fuels in the European transport system -Literature review.* https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_19-14.pdf

Corso, M., (2020), *Lo Smart Working ai tempi del Coronavirus*, Osservatorio smart working del Politecnico di Milano, 25 marzo

Corte dei conti europea (2016). *“Il Sistema dell’UE per la certificazione dei biocarburanti sostenibili”*. Report n. 18/2016 del 22/06/2016

Corte dei conti europea, *Il sostegno dell’UE per lo stoccaggio di energia*, 2019

Council on Foreign Relations (2018), *Applying Blockchain Technology to Electric Power Systems*, 2018

Cuccuru, P. (2017), *Blockchain e automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract*, Nuova giurisprudenza civile commentata (La), n. 1, CEDAM, 2017

Cusumano, C., Sileo, A., (2020), *Fase 2 e imprese, i numeri della riapertura*, Staffetta Quotidiana, 30 aprile

D.M. 17 febbraio 2016. (2016)

De Paoli, L. (2014), *L’Acquirente Unico: l’evoluzione di un concetto e della sua applicazione*, in De Paoli, L., (2019), *Il “decreto Bersani” e il big bang dell’industria elettrica, vent’anni dopo*, Staffetta Quotidiana del 15 marzo 2019

Decreto Interministeriale 25 febbraio 2016. (2016)

Deloitte (2019), *Global Blockchain Survey*

- DENA (2017). *The potential of electricity-based fuels for low-emission transport in the EU*
- Desroches, L., Fuchs, H., Greenblatt, J. B., et al., (2014) *Computer usage and national energy consumption: Results from a field-metering study*, Energy Analysis & Environmental Impacts Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, 1 dicembre
- Dhar, A., Patel, D., Raina, R., Sandrone, P., (2017), *What US consumers think of shared mobility*, McKinsey, 2017
- Disi, A., Cifoletti, L., Diana, M., (2016), *Tecnologia e comportamento umano per l'efficienza energetica: l'incontro è appena nato*, Focus, Energia, ambiente e innovazione, n. 2/2016
- Endesa (2018), *Endesa and Gas Natural Fenosa complete first blockchain energy trade transaction in Spain*, 6 febbraio 2018
- ENEA (2016), Rapporto annuale efficienza energetica RAEE 2016
- Eni Data Lab, (2020), *Quel cambio di passo chiamato smart working*, giugno 2020
- ETIP SNET (2018), *Vision 2050, Integrating Smart Networks for the Energy Transition: Serving Society and Protecting the Environment*
- ETIP SNET (2020) R&I Roadmap 2020-2030 (2020)
- ETIP SNET (2020), *White Paper: Sector Coupling: Concepts, State-of-the-art and Perspectives* (2020)
- European Environment Agency - EEA (2018), *Monitoring CO2 emissions from new passenger cars and vans in 2017*
- European Environment Agency (2013), *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?*, Technical report No 5/2013
- Eurostat, *Share of renewable energy in the EU up to 18.0%* (news release), 2020
- Fammoni, F., (2020), *La necessità di un'Italia digitale*, Fondazione Di Vittorio, 9 giugno
- Fang, X., Misra, S., Xue, G. et al. (2012), *Smart Grid — The New and Improved Power Grid: A Survey*. Communications Surveys & Tutorials, IEEE, 14 944-980
- Fondazione Di Vittorio, (2020), *Quando lavorare da casa è... SMART? 1° Indagine Cgil/Fondazione Di Vittorio sullo Smart working*, 18 maggio
- Frontier Economics / Agora (2018). *The future cost of electricity-based Synthetic Fuels*. <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/the-future-cost-of-electricity-based-synthetic-fuels-1>
- Frost & Sullivan's Intelligent Mobility Workshop 2016

Fuels Europe (2018), *Vision 2050. A pathway for the evolution of the refining Industry and liquid fuels*, 2018

Gangai, A., Dall'Agile, (2019), *Working al Flexible: le forme dello Smart Working in Europa*, Osservatorio smart working del Politecnico di Milano, 23 gennaio

GSE (2018), *Energia nel Settore Trasporti 2017*. Disponibile a: https://www.gse.it/Dati-e-Scenari_site/statistiche_site

Helman, C., (2020), *Some Hidden Energy Costs Of 'Working From Home' During The Outbreak*, Forbes, 18 marzo

Henly, C., Hartnett, S., Mardell, S., et al. (2018), *Energizing the Future with Blockchain*, Energy Bar Association

Hook, A., Court, V., Sovacool, B., Sorrell, S., (2020), *A systematic review of the energy and climate impacts of teleworking*, IOPscience, aprile 2020

I-Com (2015), *Rapporto Osservatorio Innov-E 2015*

I-Com (2016), *Rapporto Osservatorio Innov-E 2016. L'innovazione al cubo. Energia, mobilità, territori*

I-Com (2017), *Rapporto Osservatorio Innov-E 2017. L'innovazione energetica corre. Dai laboratori di ricerca alle case degli italiani*

I-Com (2018), *Rapporto Osservatorio Innov-E 2018. L'energia si fa digitale. L'innovazione energetica è sempre più multimediale*

I-Com (2019), *Rapporto Osservatorio Innov-E 2018. Il rebus della transizione. L'innovazione energetica, chiave dello sviluppo*

International Energy Agency, *Technology Roadmap: Smart Grids*, 2011

IRENA - International Renewable Energy Agency, (2020) *Renewable Power Generation Costs in 2019, 2020*

Ispra, (2018) *La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia*

Kampman, B., Blommerde, J., Afman, M. (2016), *The potential of energy citizens in the European Union*, Ce Delft Report, S. P. C. J. (ed.)

Katzev R. (2003), *Car Sharing: A New Approach to Urban Transportation Problems*, in *Analyses of social issues and public policy*, Vol. 3, issue 1, pp. 65-86, dicembre

Kitou, E., Horvath, A., (2003), *Energy-related Emissions from Telework*, *Environmental Science and Technology*, ACS, 37(16)

- Malins, C. (2017), *What role is there for electrofuel technologies in European transport's low carbon future?*, Cerulogy, novembre 2017
https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_11_Cerulogy_study_What_role_electrofuels_final_0.pdf
- Martinot, E., Sawin, J. (2009). *"Renewables global status report: 2009 update"*. Washington, DC: REN21 Renewable Energy Policy Network/Worldwatch Institute, 2009
- Mik, E. (2017), *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity*, in SSRS, Last revised: 27 Jan 2020
- Millinger M., Ponitka J., Arendt O., Thrän D., (2017). *"Competitiveness of advanced and conventional biofuels: Results from least-cost modelling of biofuel competition in Germany"*. *Energy Policy*, 107, 394-402, 2017
- Ministero dello Sviluppo Economico. (2017). *Relazione al Parlamento sullo stato di attuazione della normativa a sostegno dell'ecosistema delle startup innovative*, 2017
- Murkin, J., Chitchyan, R., Byrne, A. (2016), *Enabling peer-to-peer electricity trading*, ICT for sustainability 2016
- Nakanishi, H., (2015), *Does really telework save energy?*, *International Management Review* 11(2) pagg. 89-97
- Pilo F., Pisano G. et al. (2018), *Assessment of Energy Storage Systems Installation in Smart Distribution Networks*
- Ref Ricerche (2020), *Rapporto "Acqua, rifiuti e bias cognitivi: l'informazione al tempo delle fake-news e del Covid-19"*
- Riforme elettriche tra efficienze ed equità* a cura di Clò. A., Clò. S., Boffa, F., Il Mulino, 2014
- Roach, M., Meeus, L. (2020), *The welfare and price effects of sector coupling with power-to-gas*, *Energy Economics* 86
- Roland Berger Strategic Consultants (2014), *Shared mobility. How new businesses are rewriting the rules of the private transportation game*, 2014
- RSE, (2020), *COVID e carico elettrico - verso la ripresa: analisi delle reti di Milano e Brescia*, *Dossier RSE* 14/20, 8 giugno
- SAE International (2016), *Surface Vehicle Recommended Practice*, 2016
- Savelyev, A. (2016), *Contract Law 2.0: «Smart» Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law*, Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, 14 dicembre 2016

- Shaheen S. (1999), *Dynamics in Behavioral Adaptation to a Transportation Innovation: A Case Study of Car Link-A Smart Car sharing System*, UCD-ITS-RR-99-16, in Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, 1999
- Shaheen S., Sperling D., Wagner C. (1998), *Car sharing in Europe and North America: Past, Present and Future*, in *Transportation Quarterly*, Vol. 52, No. 3 (Summer), 1998
- Shell (2018), *The road to sustainable fuels for zero emissions mobility: status of, and perspectives for, power-to-liquids fuel*, Paper presentato al “39th International Vienna Motor Symposium”
- Sileo, A. (2019), *E se l’auto vecchia scaccia quella nuova?*, www.rivistaenergia.it, 17 maggio 2019
- Slowik, P., e Kamakaté, F., (2017), *New Mobility: today’s technology and policy landscape*, The International Council on Clean Transportation, 2017
- Soro, A., (2020), *Protezione dati, emergenza, democrazia*. Garante per la protezione dei dati personali, relazione 2019, giugno 2020
- Sotacarbo (2019). *Energia elettrica e trasporti nella lotta ai mutamenti climatici: il ruolo chiave degli “e-fuels”*, disponibile su <https://www.sotacarbo.it/it/energia-elettrica-e-trasporti-nella-lotta-ai-mutamenti-climatici-il-ruolo-chiave-degli-e-fuels/>
- Spinnicci, F., *Le cooperative di utenza in Italia e in Europa*, Euricse Research Report N.2/2011, disponibile a: http://www.euricse.eu/wp-content/uploads/2015/03/1296748019_n1615.pdf
- Stattman S.L., Gupta A., Partzsch L., Oosterveer P., (2018). “*Toward Sustainable Biofuels in the European Union? Lessons from a Decade of Hybrid Biofuel Governance*”. *Sustainability*, 10(11), 4111, 2018
- Strategy&, *The 2017 Strategy& Digital Auto Report*, 2017
- Sundararajan, A., (2016), *The Sharing Economy: The End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2016
- Tarek, A., Ioannis L., Machteld van den Broek, Wilfried van Sark (2018), *Gamification-based framework for engagement of residential customers in energy applications*, *Energy Research & Social Science* 44 (2018) 187–195
- Timilsina, G. R., Shrestha, A., (2011). “*How much hope should we have for biofuels?*” *Energy*, 36, 2055–2069, 2011
- Transactive Grid (2016), *Peer to peer energy transactions and control*
- UNEP, (2015), *The Financial system we need. Aligning the financial system with sustainable development. The UNEP Inquiry Report*. Ottobre 2015. Disponibile a: <http://web.unep.org/inquiry/publications>

Unioncamere; MISE; InfoCamere. (2020, marzo). Cruscotto di Indicatori Statistici - Dati nazionali, [2020](#)

Van Hulst, N. (2019), *The clean hydrogen future has already begun*, International Energy Agency, 23 aprile 2019

Verde, S. (2020), *L'idrogeno verde passa dal giallo e dal blu*, www.rivistaenergia.it 1 luglio 2020

World Economic Forum, *The Future of Electricity. New Technologies Transforming the Grid Edge*, 2017

Zorzoli, GB. (2011), *I due volti del mercato elettrico – Storia, tecnologie e liberalizzazione del settore elettrico in Italia*, 2011

Zorzoli, GB. (2020), *Se la crisi rallenta anche l'innovazione tecnologica*, Staffetta Quotidiana 10 luglio 2020

PARTNER

