

SOVRANITÀ TECNOLOGICA



POSITION PAPER

a cura di Rosario Cerra e Francesco Crespi

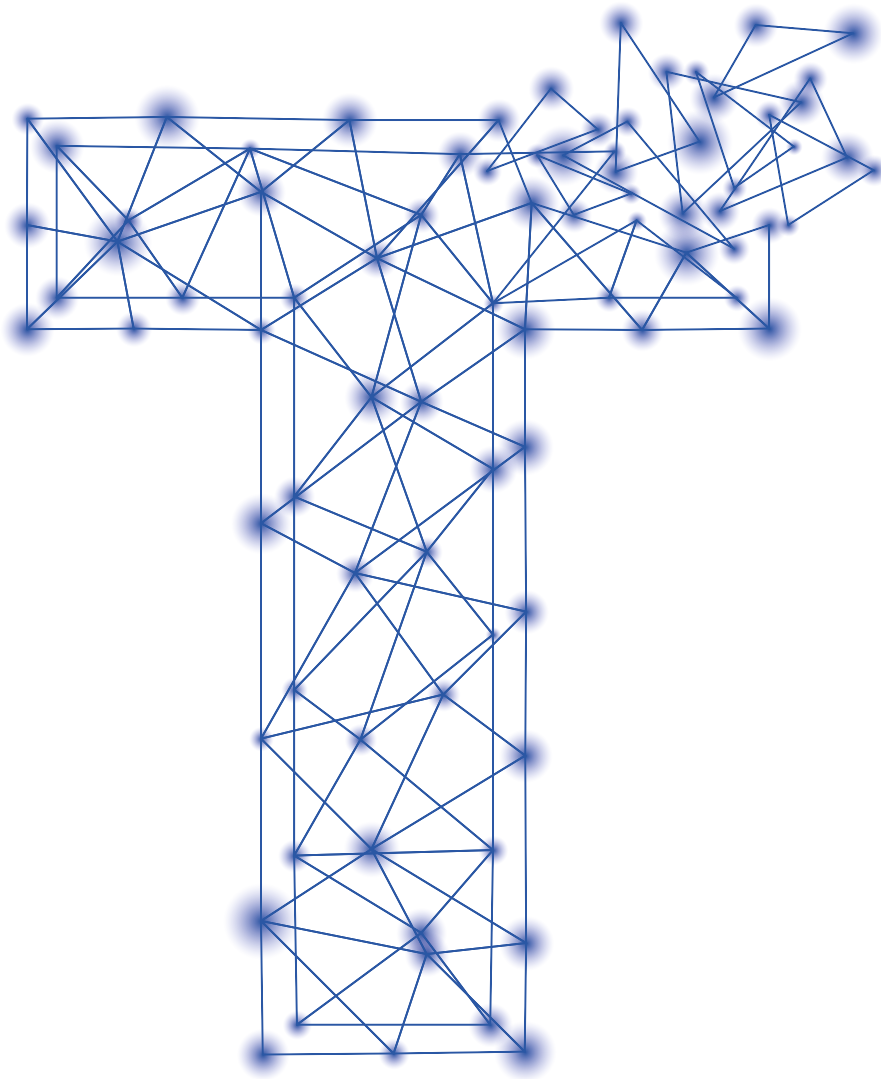
SOVRANITÀ TECNOLOGICA

POSITION PAPER

a cura di Rosario Cerra e Francesco Crespi

Con il sostegno di





Il position paper mette in luce la rilevanza del tema della Sovranità Tecnologica e l'esigenza di adottare una strategia in merito a livello europeo. Dopo aver articolato il tema fornendo chiarimenti riguardo alla definizione dei concetti chiave viene proposto un percorso per definire e implementare una strategia sulla sovranità tecnologica. Nell'ambito di questo percorso viene fornito un contributo metodologico per l'esame del posizionamento dei vari paesi nei settori tecnologici identificati come strategici. L'analisi esemplificativa prodotta consente di individuare, anche a livello molto dettagliato, casi in cui le competenze tecnologiche dell'Unione Europea non sembrano tenere il passo con i maggiori player mondiali. Vengono infine delineati alcuni indirizzi di policy lungo cui orientare le azioni a livello nazionale ed europeo, per raggiungere un livello adeguato di sovranità tecnologica.

Il Centro Economia Digitale è nato nel 2017 da un'idea del suo Presidente Rosario Cerra e dall'impegno diretto del Preside della Facoltà di Economia della Sapienza Università di Roma prof. Giuseppe Ciccarone, del Preside della Facoltà di Economia dell'Università di Roma Tor Vergata prof. Giovanni Tria, del Direttore del Dipartimento di Economia dell'Università Roma Tre prof.ssa Silvia Terzi e del Direttore della Luiss Business School prof. Paolo Boccardelli.

SOVRANITÀ TECNOLOGICA
Elementi per una strategia
italiana ed europea

A cura di *Rosario Cerra e Francesco Crespi*

Hanno collaborato:
*Serenella Caravella, Mirko Menghini,
Chiara Salvatori, Francesca Zecchini*

Marzo 2021

Progetto, grafica e illustrazioni:
Pasquale Cimaroli, Claudia Pacelli - cpalquadrato.it

Indice

Executive Summary / 7

1. Introduzione / 11
2. Dalla Sovranità Tecnologica all'Autonomia Strategica:
definizioni ed evoluzione del dibattito / 13
 - 2.1 Definizioni / 18
3. La scelta del livello ottimale di Sovranità Tecnologica: alcuni trade-off / 21
4. Strategia per l'implementazione del concetto di Sovranità Tecnologica / 24
5. Analisi del posizionamento attraverso diversi metodi di indagine / 27
6. L'utilizzo degli indicatori brevettuali per l'analisi del posizionamento tecnologico / 29
 - 6.1 *Le tecnologie 5G-related* / 33
 - 6.2 *Le tecnologie relative all'edge computing* / 38
 - 6.3 *Le tecnologie Covid-related* / 43
7. Conclusioni e indirizzi di policy / 50

Bibliografia / 59

Appendice / 61

Executive Summary

Il position paper mette in luce la rilevanza del tema della Sovranità Tecnologica e l'esigenza di adottare una strategia in merito a livello italiano ed europeo.

La Sovranità Tecnologica è definita come *l'abilità di generare conoscenza tecnologica e scientifica autonomamente o di utilizzare capacità tecnologiche sviluppate altrove attraverso l'attivazione di partnership ritenute affidabili*.

Oggi la Sovranità Tecnologica e la Sovranità Digitale rappresentano i driver fondamentali della Sovranità Economica e dell'Autonomia Strategica. Il potenziamento della Sovranità Tecnologica europea può svolgere un ruolo cruciale per aumentare la **competitività** dei prodotti europei nei mercati extra-UE, e rafforzare il posizionamento dell'economia europea nel commercio internazionale e lungo le catene globali del valore.

Il position paper discute i possibili *trade-off* legati al raggiungimento degli obiettivi in termini di Sovranità Tecnologica. Dall'analisi emerge come l'obiettivo non è quello di raggiungere un livello assoluto di sovranità, bensì un livello considerato ottimale. Questo vuol dire collocarsi su un giusto livello di Sovranità Tecnologica che possa contemperare da un lato l'**efficienza** e dall'altro l'**indipendenza**. È necessaria in tal senso un'analisi costi-be-

nefici, che permetta di valutare/quantificare quanto si perde in termini di efficienza e quanto si guadagna in termini di sovranità.

Un'appropriata Sovranità Tecnologica europea deve inoltre mirare a raggiungere una **sovranità europea comune**, e non una giustapposizione di sovranità nazionali. L'Unione Europea possiede sia il necessario livello di integrazione per diffondere la sovranità tra i vari stati nelle aree politiche ed economiche, sia le competenze e gli strumenti per promuovere la Sovranità Tecnologica in diversi settori strategici. La Sovranità Tecnologica europea implica quindi una crescente interdipendenza tra i singoli Paesi e, in alcuni campi, uno spostamento del controllo (su decisioni, investimenti, proprietà, relazioni, ecc.) dal livello nazionale a quello multinazionale europeo, o perfino sovra-nazionale.

In base all'analisi effettuata è stata definita una possibile strategia per l'implementazione del concetto di Sovranità Tecnologica che potrebbe articolarsi nei seguenti passaggi: i) approdo a una definizione di Sovranità Tecnologica chiara e condivisa a livello europeo; ii) identificazione delle tecnologie/settori rilevanti dal punto di vista della Sovranità Tecnologica; iii) analisi del posizionamento europeo nei settori strategici rispetto ai player globali; iv) definizione del livello di Sovranità Tecnologica ritenuto desiderabile, tenendo conto dei

costi in termini di efficienza e delle specificità settoriali; v) selezione e implementazione delle politiche necessarie a ottenere il livello desiderato di sovranità.

Nel position paper si suggerisce che l'analisi del posizionamento europeo rispetto al grado di Sovranità Tecnologica esistente nei settori ritenuti strategici, richieda l'applicazione di un **mix di metodi**. Sono necessari indicatori quantitativi basati su algoritmi di ricerca specifici, supportati da indagini sistematiche di esperti per fornire il quadro di riferimento, in modo da poter considerare la specificità di ogni singola tecnologia.

A titolo esemplificativo, la ricerca applica una metodologia di analisi basata su dati brevettuali per definire il posizionamento dei diversi paesi in termini di capacità tecnologiche in settori strategici. Nello specifico sono state analizzate le classi tecnologiche rilevanti nel campo del 5G, dell'*edge computing* e della cura e prevenzione del virus da *Covid-19*. In tutti e tre i settori viene evidenziata la posizione di **debolezza dell'Unione Europea**. Per l'Italia si sottolinea in particolare una forte despecializzazione tecnologica nel settore del 5G e dell'*edge computing*.

Questi risultati segnalano l'esigenza per l'Italia, caratterizzata da competenze tecnologiche più diffuse rispetto agli altri paesi, di **concentrare gli sforzi sui settori ritenuti prioritari** e a recuperare il gap accumulato attraverso interventi di politiche industriali e scientifiche mirate e continuative. Indirizzare gli investimenti in settori strategici ad alta tecnologia non soltanto contribuisce al rafforzamento della Sovranità Tecnologica, ma determina sostanziali ricadute economiche. Secondo le stime CED ogni euro investito nei settori ad alta tecnologia genera infatti un effetto moltiplicatore pari a 2,4 euro nel resto dell'economia.

Il position paper delinea infine alcuni indirizzi di policy lungo cui orientare le azioni a livello nazionale ed europeo, per raggiungere il livello desiderato di Sovranità Tecnologica. Si tratta di azioni di sistema in grado di sostenere le dinamiche di mercato a favore della strategia della sovranità.

1) Rafforzare il sistema della ricerca e dell'innovazione italiano ed europeo.

Il primo pilastro per una crescita della Sovranità Tecnologica è rappresentato dal rafforzamento del sistema della ricerca e dell'innovazione italiano ed europeo. Non si tratta di puntare alla leadership tecnologica in tutti i campi ma di costruire un sistema della ricerca e dell'innovazione in grado di generare conoscenza di frontiera nelle aree ritenute strategiche; di acquisire e riutilizzare conoscenza sviluppata altrove; di realizzare solide partnership internazionali con attori ritenuti affidabili.

2) Sviluppare uno spazio digitale europeo tecnologicamente avanzato, sicuro e competitivo.

La sovranità digitale europea passa per la costruzione di un sistema in grado di assicurare ai cittadini, imprese e Stati nazionali il controllo dei dati prodotti, le necessarie conoscenze tecnologiche e innovative in campo digitale, la capacità di contribuire a definire e attuare le legislazioni in materia digitale in campo internazionale. Una maggiore sovranità digitale europea richiede sforzi coerenti a partire dai singoli Paesi membri, ma anche che la tutela delle esigenze di sovranità nazionali debba essere necessariamente realizzata attraverso forme di maggiore integrazione a livello europeo. In tale contesto, dovrà essere definita e strutturata una strategia italiana sulla sovranità digitale in cui siano dichiarate le politiche industriali mirate a: i) rafforzare i settori strategici dedicati alla trasformazione digitale; ii)

ridurre la dipendenza italiana da paesi esteri; iii) esercitare un ruolo attivo all'interno del mercato digitale europeo.

3) Puntare sul rilancio del sistema produttivo italiano ed europeo per aumentarne l'autonomia, la competitività e la resilienza.

Tra le diverse politiche per il rilancio del sistema produttivo europeo e il recupero della sovranità europea se ne sottolineano due di particolare interesse per il nostro paese: i) rafforzare le iniziative a supporto delle Strategic Value Chains attraverso piani di sviluppo mirati e finanziamenti adeguati; ii) favorire lo sviluppo di una piattaforma industriale europea su cui l'Italia, in considerazione della forte componente industriale all'interno del proprio sistema produttivo e del peso che riveste a livello europeo, può e deve svolgere un ruolo propulsivo.

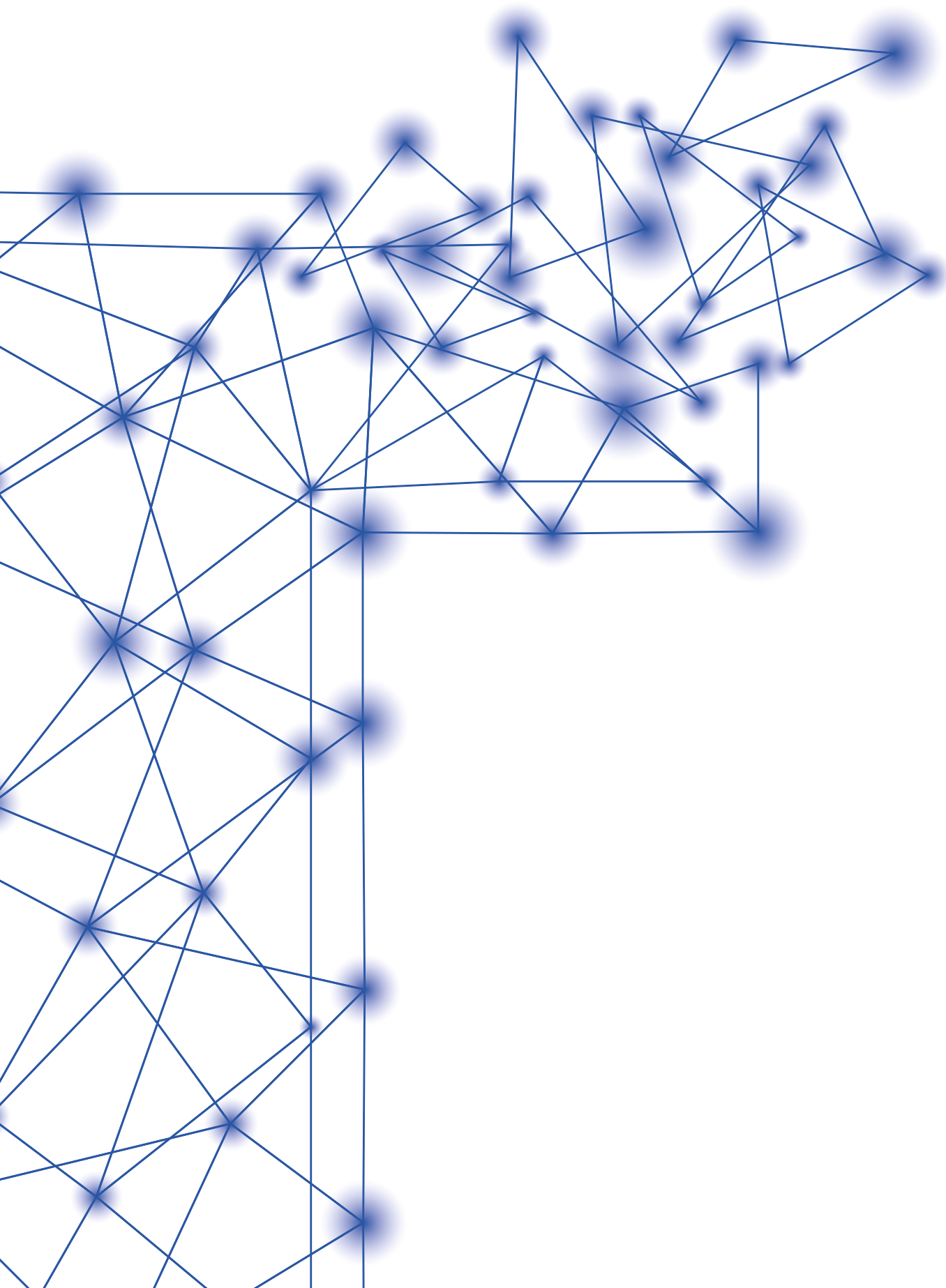
4) Favorire la cooperazione tecnologica internazionale rafforzando il ruolo degli organismi multilaterali.

È necessaria una divisione del lavoro, non solo nel contesto europeo, ma anche in quello internazionale, da realizzare attraverso una cooperazione di ricerca a lungo termine. In tale cooperazione, la ricerca multilaterale deve essere condotta con partner che condividono un sistema valoriale comune e che hanno le competenze complementari rilevanti nelle tecnologie identificate come fondamentali. Questo in un contesto in cui l'obiettivo dell'UE dovrebbe essere quello di preservare e rilanciare il sistema commerciale multilaterale come infrastruttura centrale della globalizzazione.

5) Rafforzare la leadership europea nel campo della regolamentazione.

La sfida che ha di fronte l'Europa rispetto al proprio ruolo nel disegnare le riforme delle organizzazioni internazionali si accompagna

a quella sulla governance delle tecnologie, in particolare quelle legate alla trasformazione digitale. Si sottolinea l'opportunità per l'Unione Europea di esercitare la propria influenza in campo regolatorio per contribuire a definire il framework internazionale in ambito digitale, cercando di esportare i principi e gli standard europei nel resto del mondo. Infine, per accelerare la definizione e realizzazione di una strategia europea per la Sovranità Tecnologica si segnala la possibilità di creare nuovi forum decisionali e nuove organizzazioni. Tra queste, un Comitato sull'Autonomia Strategica all'interno della Commissione Europea e una Task Force dell'Unione Europea sulle industrie e le tecnologie strategiche.



1. Introduzione

La pandemia da Covid-19 ha contribuito in maniera decisiva ad accelerare e accrescere il dibattito sulla **Sovranità Tecnologica**, in particolar modo a livello europeo, rendendo più chiara l'urgenza di un rafforzamento delle capacità tecnologiche e digitali dell'Europa, al fine di ridurre eventuali dipendenze strutturali su tecnologie e produzioni ritenute di natura strategica⁽¹⁾. La pandemia ha infatti evidenziato quanto le infrastrutture tecnologiche e digitali ricoprano oggi, più che mai, un ruolo fondamentale per consentire ai paesi dell'Unione Europea la propria capacità decisionale e di azione, ovvero la propria **Autonomia Strategica**, specie durante i momenti di crisi e le fasi di emergenza, che sempre più spesso caratterizzano un contesto globale complesso e fortemente interconnesso.

La discussione sul tema della Sovranità Tecnologica e del più ampio concetto di Autonomia Strategica, era già stata ampiamente avviata ben prima della crisi pandemica. La nuova Commissione europea, già al momento dell'insediamento nel 2019, aveva inserito que-

sti temi tra i propri obiettivi prioritari⁽²⁾. Nell'intervento di novembre 2019, in occasione della presentazione del suo collegio di Commissari, la neoeletta presidente della Commissione Europea Ursula von der Leyen ha posto la tecnologia, insieme al cambiamento climatico, tra le massime priorità dell'Unione Europea per i prossimi cinque anni, affermando: "dobbiamo avere la padronanza e la proprietà delle tecnologie chiave in Europa. Queste includono il calcolo quantistico, l'intelligenza artificiale, la blockchain e le tecnologie dei chip". Sulla stessa linea, il commissario per il mercato interno dell'Unione Europea Thierry Breton, in un'intervista rilasciata a Politico nel settembre 2020, ha dichiarato che l'Europa ha bisogno di essere "più autosufficiente, per essere più indipendente e autonoma. Alcuni dicono sovrana. Dobbiamo identificare le nostre risorse. Abbiamo diversi ottimi partner, ma siamo dipendenti in varie aree". Tra queste, sicuramente quelle relative al settore digitale meritano un'attenzione particolare, come indicato nella lettera della Cancelliera Angela Merkel e dei primi ministri della Danimarca, Finlandia ed Estonia, indirizzata a Ursula von der Leyen a marzo 2021, in cui si sottolinea come: "Una quantità significativa di valore ag-

1 La pandemia ha messo in luce alcuni punti deboli dell'Unione Europea e l'esistenza di dipendenze da altri paesi in diversi settori, tra cui i dispositivi per la protezione della salute, i farmaci e in generale una serie di tecnologie cruciali che hanno ridotto la capacità di risposta autonoma dell'Europa.

2 L'obiettivo "Making Europe fit for the digital future" è stato messo al terzo posto della lista di priorità della Commissione Europea per il quinquennio 2019-2024.

giunto digitale e di innovazione hanno luogo al di fuori dell'Europa... I dati sono diventati una nuova moneta che è principalmente raccolta e conservata al di fuori dell'Europa. Ora è il momento per l'Europa di diventare digitalmente sovrana"⁽³⁾.

I recenti accadimenti, d'altra parte si innestano in un contesto geopolitico in rapido e profondo cambiamento, caratterizzato in particolar modo da crescenti tensioni tra Stati Uniti e Cina. Non si tratta solo di tensioni nelle relazioni commerciali, dove le due potenze continuano a collaborare e trarre vantaggi l'una dall'altra, quanto piuttosto di una competizione tecnologica, ovvero di una ricerca di una leadership tecnologica e industriale, che comprende non solo la configurazione delle catene globali del valore, ma anche questioni geostrategiche come la sicurezza, le prestazioni e la solidità delle reti digitali, e le infrastrutture finanziarie e di pagamento internazionali. La maggior parte delle aziende tecnologiche americane più importanti (Amazon, Facebook, Google, ecc.) non hanno accesso al mercato cinese. Allo stesso tempo, le aziende cinesi, come ad esempio Huawei e ZTE, sono sempre meno benvenute negli Stati Uniti. I governi si scontrano tra di loro, e nel mezzo vi sono gli altri Paesi, di cui le due potenze cercano l'alleanza. Si sta in altre parole verificando un cambiamento molto profondo nella natura dell'economia globale e nell'ordine geopolitico⁽⁴⁾.

3 A. Merkel, M. Frederiksen, K. Kallas, S. Marin, *Letter to the COM President on Digital Sovereignty*, 1 Marzo 2021

4 Le tensioni geopolitiche si riflettono anche nelle regolamentazioni attuate dai diversi paesi per normare le transazioni digitali, come ad esempio il "Clarifying Lawful Overseas Use of Data (CLOUD) Act", approvato dal governo americano nel 2018, l'applicazione di sanzioni internazionali e di black list (ad esempio la Consolidated Screening List statunitense), o come la legge sulla cibersicurezza in vigore in Cina dal 2017, <https://www.limesonline.com/rubrica/sovranita-e-privacy-cosa-prevede-la-legge-sulla-cibersicurezza-in-cina>.

La questione di chi possiede e produce le tecnologie e di chi ne fissa gli standard e le regole di utilizzo è quindi diventata centrale nel definire gli assetti a livello geopolitico. Nel 2019, Thierry Breton, in un intervento al Parlamento Europeo, affermava: "L'Europa non può realizzare la sua transizione digitale e verde senza costruire una sovranità tecnologica. Dobbiamo lavorare insieme a livello europeo in aree di importanza strategica quali la difesa, lo spazio e le tecnologie chiave come il 5G e il quantum. Nel fare ciò, dobbiamo concentrarci su come colmare il divario digitale e coinvolgere tutte le regioni d'Europa". Questo sottolineando come per gestire la transizione verde e digitale e per evitare le dipendenze esterne nel nuovo contesto geopolitico sia necessario un cambiamento radicale da realizzare rapidamente.

L'Europa, infatti, manifesta delle dipendenze strutturali sia dagli Stati Uniti sia dalla Cina in una varietà di domini, dalle piattaforme digitali alle infrastrutture di telecomunicazione. La rivalità tra le due potenze, intensificata dalla pandemia, si manifesta quindi anche nella possibilità di accesso all'ampio mercato europeo. Dalla prospettiva della sovranità digitale, è con gli Stati Uniti che l'Europa mostra maggiori gradi di dipendenza, tuttavia a destare le maggiori preoccupazioni è la penetrazione cinese nel mercato europeo e la sua crescita impetuosa in ogni settore dell'alta tecnologia. Il progresso tecnologico della Cina è infatti il risultato delle interazioni tra uno stato centralizzato capace di concentrare le risorse a sostegno di tale progresso e una base industriale sempre più orientata al mercato.

Ciò avviene in un contesto in cui si inizia a parlare di un progressivo processo di *decoupling* sia digitale sia produttivo, che potrebbe ridefinire l'assetto geopolitico internazionale e che pone l'urgenza di arricchire il dibattito,

a livello italiano ed europeo su questi temi⁵. In particolare, questo non può limitarsi a evidenziare la necessità di raggiungere una maggiore autonomia europea sulla scena globale, ma deve arrivare a definire con maggiore chiarezza il perimetro della discussione, i risultati che si devono raggiungere per proteggere efficacemente i propri interessi e, soprattutto, **i propri valori**.

Il primo obiettivo di questo Position Paper è quello di proporre una **definizione** di Sovranità Tecnologica e di inserire questo concetto all'interno della più ampia nozione di Autonomia Strategica. Una volta chiarito l'oggetto dell'analisi verranno discussi i possibili **trade-off** legati al raggiungimento degli obiettivi in termini di Sovranità Tecnologica. Verrà quindi discussa la necessità di avviare un processo condiviso a livello europeo per **individuare le tecnologie critiche** dal punto di vista della Sovranità Tecnologica e l'importanza di sviluppare un adeguato modello di analisi quali-quantitativa per identificare il **posizionamento europeo**, sia dal punto di vista tecnologico sia dal punto di vista produttivo. L'identificazione di settori/tecnologie chiave consente infatti di individuare specifiche aree di intervento dal punto di vista di policy. Infine, saranno sviluppate delle **linee di indirizzo** su cui orientare le azioni a livello nazionale ed europeo per accrescere il grado di Sovranità Tecnologica.

2. Dalla Sovranità Tecnologica all'Autonomia Strategica: definizioni ed evoluzione del dibattito

L'accresciuto dibattito sulla Sovranità Tecnologica non ha contribuito a definire con condivisa chiarezza cosa si intende con questa espressione. Il concetto di sovranità è stato negli ultimi anni sempre più utilizzato per descrivere varie forme di indipendenza, controllo e autonomia sulle tecnologie e i contenuti digitali; tuttavia, le interpretazioni e le definizioni di tale termine possono differire in modo significativo (Couture e Toupin, 2019).

Il termine sovranità ha origini antiche: è stato elaborato per la prima volta nel XVI secolo dai filosofi Jean Bodin e Thomas Hobbes come un modo per concettualizzare l'autorità suprema su un'entità politica⁶. Ha assunto inoltre diversi significati a seconda del contesto storico e politico, tuttavia fino al XX secolo è stato utilizzato principalmente per esprimere l'autorità all'interno di un territorio.

Una delle prime definizioni del concetto di Sovranità Tecnologica è stata proposta da Grant (1983) che la definisce come: "la capacità e la libertà di selezionare, generare o acquisire e applicare, sviluppare e sfruttare commercialmente la tecnologia necessaria per l'innovazione industriale" (Grant 1983, p. 239).

Più recentemente, la nozione di Sovranità Tecnologica viene messa in relazione a una serie di concetti considerati affini, come "autonomia/sovranità strategica", "sovranità economica", "sovranità nell'innovazione", "sovranità normativa" e "sovranità digitale", che sono spesso utilizzati in modo intercambiabile (Kel-

⁵ Sul tema del decoupling, ovvero del distacco tra le economie USA e cinese, si segnala: "Cina-USA: il decoupling è davvero possibile?", <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/cina-usa-il-decoupling-e-davvero-possibile-24899>; Tria e Arcelli (2021), p. 28-31.

⁶ Va sottolineato che il concetto di sovranità, seppur sotto diverse denominazioni, è presente fin dai tempi di Aristotele, come principio fondamentale dell'ordine politico nazionale e internazionale (Besson, 2012).

ly et al., 2020), fattore che contribuisce a creare confusione nel dibattito impedendo una chiara definizione del perimetro degli obiettivi che si vogliono conseguire e quindi dell'individuazione delle opportune strategie di policy.

Tramite la Core Collection di Web of Science si è scelto di effettuare la ricerca di ogni paper che utilizza, all'interno del titolo, dell'abstract e delle parole chiave, i termini appena citati. L'analisi è svolta attraverso una ricerca semantica sull'intero archivio delle pubblicazioni scientifiche, presenti nel database ISI Web of Science dal 1985 ad oggi⁷. I dati così individuati sono estratti e successivamente inseriti nel software VOSviewer che mette in relazione tra di loro le pubblicazioni in modo da evidenziare l'evoluzione nell'interesse verso i temi in questione e le interconnessioni presenti tra di essi. Nello specifico, il software permette di creare una mappa che collega tra loro, raggruppandoli in cluster, tutti i termini considerati rilevanti per il tema, che appaiono sia nel titolo che nell'abstract delle pubblicazioni.

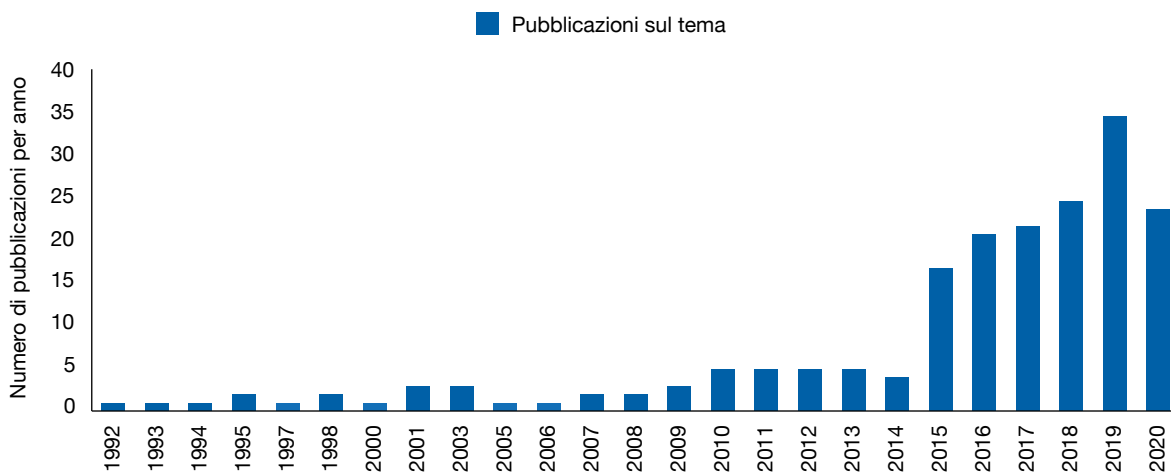
La Figura 1 mostra l'andamento negli anni del numero di pubblicazioni contenenti i termini scelti. Come evidenziato nel grafico il dibattito scientifico su questi temi è relativamente recente. Il numero di pubblicazioni risulta infatti limitato negli anni Novanta e nei primi anni Duemila, mentre l'interesse cresce in maniera significativa a partire dal 2015, anno, tra l'altro, del lancio a livello europeo della strategia per il mercato unico digitale.

Le pubblicazioni rilevate su Web of Science che contengono le parole chiave selezionate sono state suddivise per aree tematiche di studio selezionate (Figura 2)⁸. Ne emerge che i temi selezionati sono stati presi in esame da una molteplicità di prospettive di ricerca anche se l'interesse è predominante nel settore dell'analisi delle relazioni internazionali, delle scienze politiche, in campo economico (considerando con esso anche gli studi di business e management) e in quello dell'Information and Communication Technologies (ICT).

⁷ I dati presentati in questo Paper sono aggiornati al 16 dicembre 2020, data in cui è stata effettuata la ricerca nel database di Web of Science.

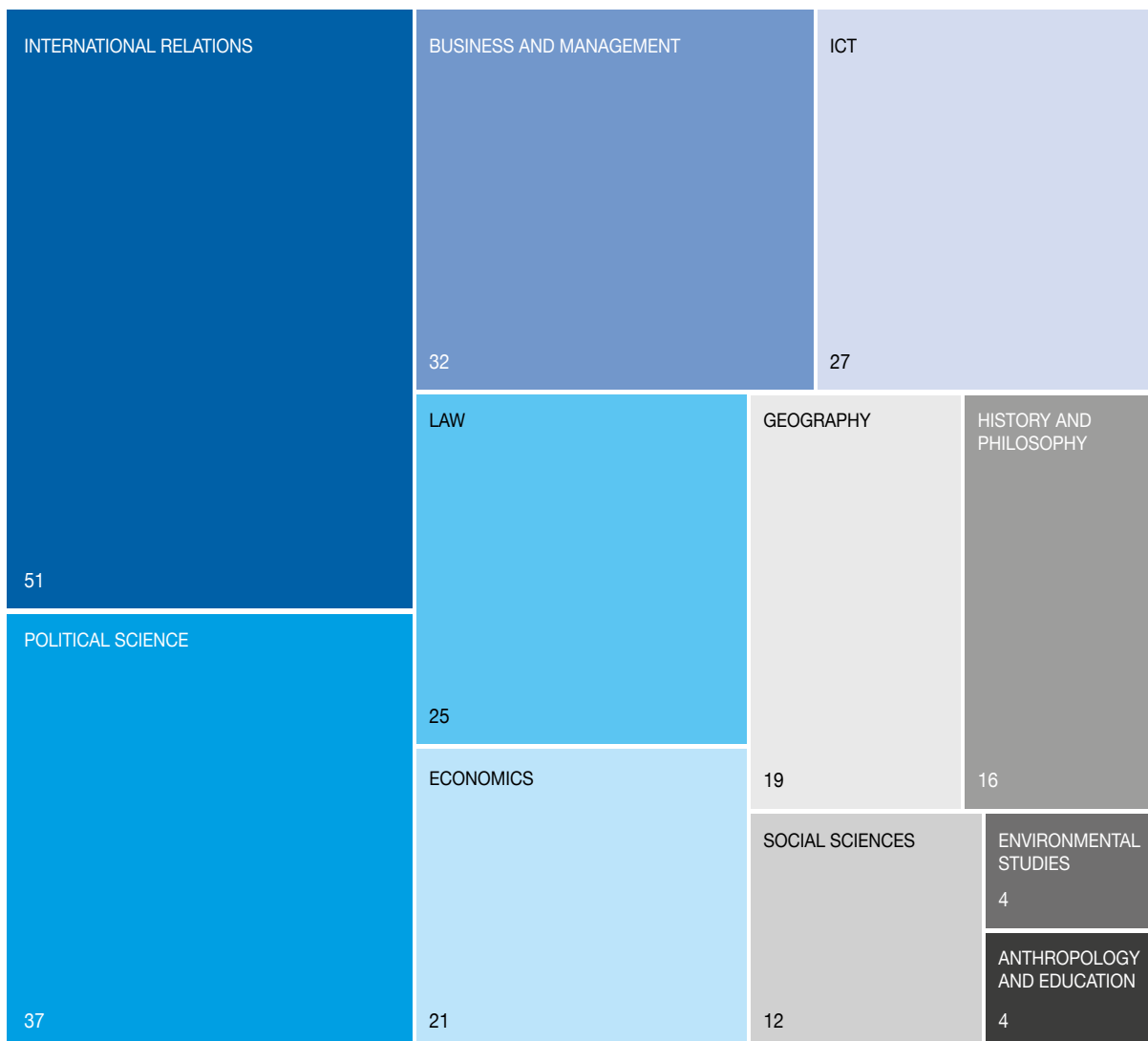
⁸ Le categorie di studio sono quelle identificate da Web of Science. Tuttavia, in questo grafico, per semplicità di esposizione, alcune di esse sono state condensate in macro categorie.

Figura 1. Andamento negli anni delle pubblicazioni sul tema (1992-2020)



Fonte: elaborazioni CED su dati Web of Science (al 16 dicembre 2020)

Figura 2. Pubblicazioni sul tema per area di studio



Fonte: elaborazioni CED su dati Web of Science (al 16 dicembre 2020)

La Figura 3 mostra i risultati dell'analisi bibliometrica condotta inserendo nel software VOSviewer le 195 pubblicazioni scientifiche (e i riferimenti citati) rilevate dalla ricerca effettuata sull'intero archivio del database di Web of Science, per il periodo che va dal 1985 al 2020. Il software consente di mappare in termini di co-occorrenza le relazioni tra le parole chiave selezionate ed i termini ad esse strettamente connessi presenti nelle pubblicazioni. Nello specifico, vengono individuati dal software tutti i termini che appaiono nel titolo e nell'abstract di ogni opera, definendo una co-occorrenza comprendente almeno 5 ricorrenze di un termine⁹. Più un termine è importante (maggiormente ricorrente nelle pubblicazioni), più grande è il cerchio che lo contiene sulla mappa.

Come è possibile notare osservando la figura, si formano tre cluster di termini collegati. La distanza tra due termini sulla mappa riflette la forza della relazione tra di essi: una minore distanza indica una relazione più forte.

I risultati dell'analisi bibliometrica permettono di affermare che la Sovranità Tecnologica va definita e connessa ai più vasti concetti di autonomia strategica e sovranità economica.

Il gruppo blu (in alto a sinistra) identifica le pubblicazioni che si focalizzano sugli aspetti di Sovranità Tecnologica e digitale, che mostrano legami forti con i concetti di Innovazione e Strategia ma anche con aspetti relativi ai problemi di governance.

Il gruppo verde (in basso a sinistra) ruota intorno al concetto di sovranità economica ed evidenzia come questo sia legato, in particolare, ad aspetti connessi alla produzione (industria e investimenti) e al posizionamento all'interno

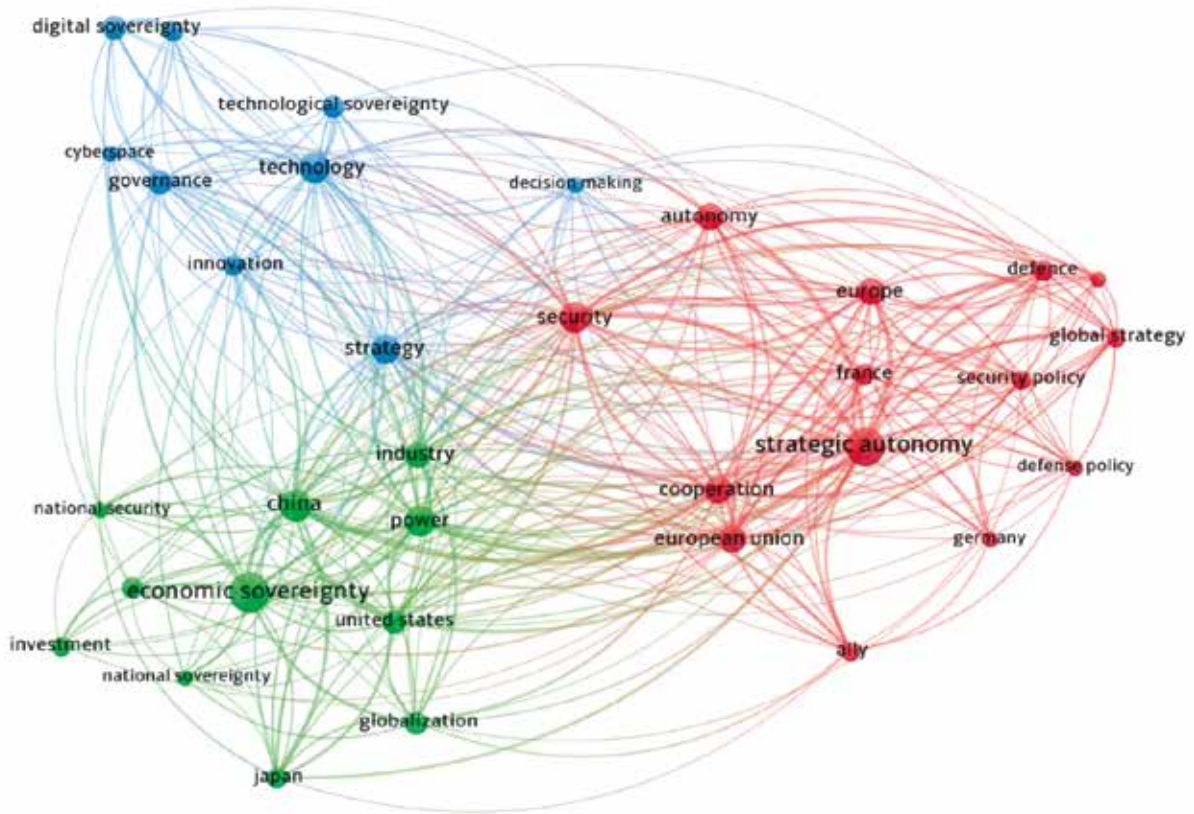
del sistema di scambi commerciali internazionali (globalizzazione). Da notare che la discussione sulla Sovranità Economica è particolarmente rilevante con riferimento a tre big player nazionali sul mercato globale: Stati Uniti, Cina e Giappone, che attraverso la sovranità economica ambiscono a mantenere la propria "sovranità nazionale" e a consolidare il proprio ruolo (power) nello scacchiere internazionale.

Infine, il gruppo rosso si concentra sul concetto di Autonomia Strategica, un tema evidentemente più legato alle dinamiche europee, in cui emerge una particolare attenzione per Francia e Germania, tra i primi paesi ad essere attivi in tal senso, principalmente con riferimento al settore della difesa. Di interesse come in questo ambito il riferimento alla cooperazione (evidentemente tra paesi dell'UE) risulti di particolare importanza. Da ultimo, si evidenzia come l'Autonomia Strategica sia legata profondamente agli obiettivi di difesa e sicurezza, anche se è bene sottolineare come il termine sicurezza si disponga in maniera assolutamente centrale nella figura, segnalando un comune e intenso rapporto con i concetti qui analizzati con le esigenze di sicurezza a tutti i livelli da parte dei cittadini.

Per quanto riguarda l'evoluzione nel tempo del dibattito nei tre macro-temi identificati, osservando nel dettaglio il numero di pubblicazioni (Figura 4), si nota come, in un contesto di trend crescenti, nel periodo tra il 1985 ed il 2011 le pubblicazioni si concentrino sul tema della sovranità economica, mentre quello della Sovranità Tecnologica non sia ancora presente. Al contrario, negli ultimi cinque anni, è evidente una crescita significativa nel numero di pubblicazioni relative sia alla Sovranità Tecnologica sia all'autonomia strategica.

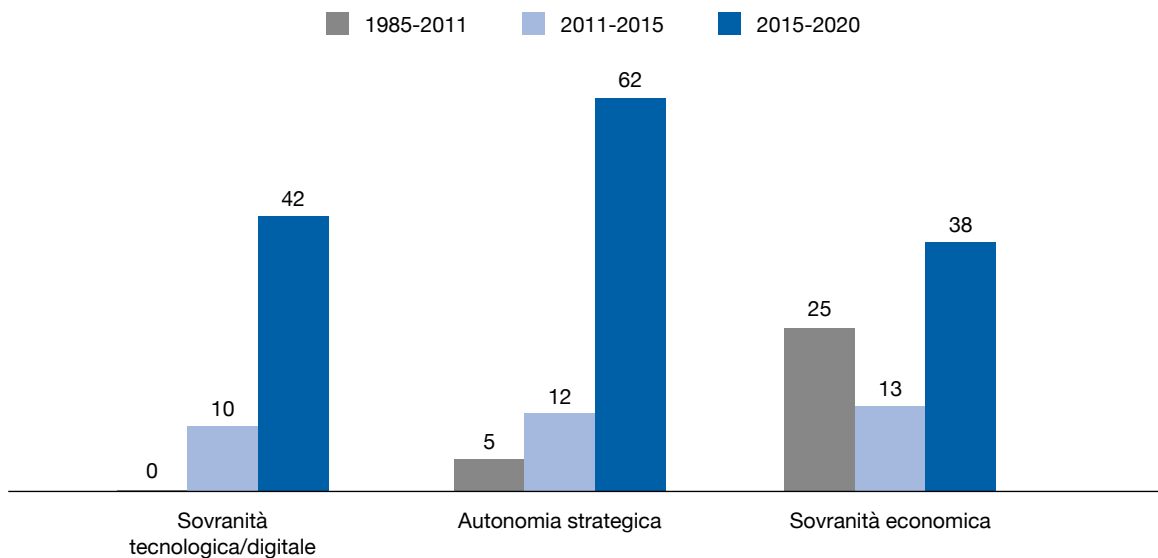
⁹ Il numero di co-occorrenze di due parole chiave è il numero di pubblicazioni in cui entrambe si verificano insieme nel titolo, nell'abstract o nell'elenco delle parole chiave.

Figura 3. Co-word cluster analysis su parole chiave selezionate (1985-2020)



Fonte: elaborazioni CED su dati Web of Science (al 16 dicembre 2020)

Figura 4. Numero di pubblicazioni per macroarea



Fonte: elaborazioni CED su dati Web of Science (al 16 dicembre 2020)

2.1 Definizioni

È possibile definire la **Sovranità Tecnologica** come **l'abilità di generare conoscenza tecnologica e scientifica autonomamente o di utilizzare capacità tecnologiche sviluppate altrove attraverso l'attivazione di partnership ritenute affidabili**. Questa definizione non implica un'autonomia tecnologica tout court, che metta in discussione la divisione internazionale del lavoro e che preveda la necessità di sviluppare capacità tecnologiche autonome in tutti i campi ritenuti strategici. Tuttavia, suggerisce la necessità che un singolo paese (o una federazione di stati come nel caso dell'Unione Europea) sviluppi o preservi, con riferimento a tecnologie fondamentali, una propria autonomia, o una dipendenza strutturale più bassa possibile. Questo segnala l'opportunità di **evitare dipendenze unilaterali, soprattutto nei confronti di partner internazionali ritenuti meno affidabili**.

In tale contesto, particolare attenzione in termini di autonomia europea è attribuita alle tecnologie digitali, in quanto trasversali, abilitanti e sensibili dal punto di vista della sicurezza (CED, 2020). Si parla in questo caso di **Sovranità Digitale** europea, ovvero **l'abilità dell'Europa di agire in maniera indipendente all'interno del mondo digitale**⁽¹⁰⁾. La sovranità digitale è una particolare forma di gestione dello spazio cibernetico che prevede il controllo europeo delle reti e dei dati trasmessi attraverso di esse.

Le infrastrutture di rete fissa a banda ultra-larga e di rete mobile 5G saranno le strutture portanti dello spazio digitale europeo, e dunque delle tecnologie legate al cloud, in ogni

settore tra cui quelli strategici quali i trasporti, l'energia, la sanità, la finanza, le telecomunicazioni, la difesa, il settore spaziale e quello della sicurezza. Questo in una fase in cui il distanziamento sociale seguito alla pandemia ha accelerato il processo di digitalizzazione spingendo cittadini e aziende a utilizzare sempre più processi digitali per svolgere diverse attività e interagire con la pubblica amministrazione. Miliardi di transazioni digitali al giorno includono dati personali, aziendali, di pagamento che passano sul web e su cloud. In questo ambito assumono particolare rilevanza i Digital Trust services, servizi digitali che hanno l'obiettivo di conferire validità legale alle transazioni digitali. Un'interruzione di tali servizi dovuta ad attacchi esterni o l'utilizzo delle informazioni connesse a queste transazioni per fini non istituzionali avrebbe un impatto profondo in termini di sicurezza, privacy e continuità del business, per cui è fondamentale avere pieno controllo a livello nazionale o europeo dei servizi di Digital Trust.

D'altra parte, il **possesso/controllo dei dati** risulta essere un elemento chiave per il benessere e la tutela degli interessi economici e dei valori fondanti della società europea. La raccolta e l'elaborazione di grandi moli di dati rappresentano fattori fondamentali nello sviluppo dei sistemi economici nell'era digitale. Per questo, fenomeni di concentrazione nel possesso dei dati possono condizionare in modo decisivo il potere "tecnologico-digitale" dei diversi paesi⁽¹¹⁾. Il paese di appartenenza delle imprese che raccolgono le più grandi quantità di dati è un paese che, oltre a essere forte dal punto di vista tecnologico digitale, è anche un paese che ha la piena sovranità del proprio patrimonio digitale. Sono infatti le grandi moli

¹⁰ Si veda a riguardo EPRS Ideas Paper: Digital sovereignty for Europe, European Parliamentary Research Service, July 2020 e la recente Comunicazione della Commissione Europea: 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade COM (2021) 118, 9.3.2021.

¹¹ Secondo una ricerca Gartner (2021), le piattaforme business digitali sulle quali si svolgono la maggior parte delle transazioni sono di aziende statunitensi e cinesi, rappresentano rispettivamente il 74% ed il 21% di market share nel "platform business market", mentre l'Europa rappresenta solo il 4%.

di dati di cui si è in possesso che permettono di conoscere le preferenze dei consumatori e di sfruttarle; sono i big data che alimentano e consentono l'applicazione di tecnologie come, ad esempio, l'intelligenza artificiale.

Proseguendo con le definizioni, è opportuno sottolineare come i concetti di Sovranità Tecnologica e **Sovranità nell'Innovazione** siano spesso usati in maniera intercambiabile, mentre è utile distinguerli. La Sovranità Tecnologica è, infatti, funzionale al raggiungimento di una Sovranità nell'Innovazione, ovvero nella **capacità di sfruttare localmente le tecnologie per lo sviluppo di attività economiche presenti e future**. Le competenze scientifico-tecnologiche diventano rilevanti, e anzi costituiscono una fondamentale pre-condizione di sistema, solo se esistono le capacità necessarie per sfruttare tali competenze dal punto di vista economico-produttivo.

Solo in presenza di infrastrutture, condizioni istituzionali e capacità di innovazione e produttive adeguate, la Sovranità Tecnologica diventa funzionale al raggiungimento della **Sovranità Economica**, definita come **l'abilità di generare valore aggiunto e prosperità attraverso attività indipendenti o attraverso uno scambio mutuale con altre economie, evitando dipendenze unilaterali**. La Sovranità Economica si basa sulla necessità di accedere senza ostacoli alle risorse naturali e al capitale, nonché alle tecnologie, alle innovazioni, alle competenze e ai dati.

È inoltre importante sottolineare che l'aumento delle capacità tecnologiche e del ruolo dell'alta tecnologia all'interno dei sistemi produttivi determina rilevanti effetti propulsivi per la **competitività e la crescita economica**, con ricadute significative in termini di peso strategico nell'economia mondiale dei diversi paesi (CED, 2019). La generazione e la diffusione di nuove tecnologie rappresentano infatti i driver principali dei processi di crescita delle econo-

mie avanzate e, d'altra parte, la parte maggioritaria degli investimenti in ricerca e innovazione si concentra nei settori strategici ad alta tecnologia. Questi sono a loro volta in grado di attivare, attraverso le interazioni produttive con gli altri comparti del sistema produttivo, ingenti effetti di spillover di conoscenza nell'economia nel suo complesso. Il potenziamento della Sovranità Tecnologica europea può quindi svolgere un ruolo cruciale per aumentare la competitività dei prodotti europei nei mercati extra-UE, e rafforzare il posizionamento dell'economia europea nel commercio internazionale e lungo le catene globali del valore.

A sua volta, la sovranità economica è funzionale al raggiungimento del più ampio obiettivo di **Autonomia Strategica**, definita come **la capacità di un paese (o di una federazione di stati) di svolgere un ruolo autonomo e strategico nel contesto geopolitico**, diventando parte attiva nelle questioni di rilevanza globale. Questo è funzionale a preservare un'indipendenza nelle scelte strategiche, pur mantenendo al contempo l'interdipendenza con altri paesi, fattore necessario in un mondo globalizzato e fortemente interconnesso. **L'Autonomia Strategica non implica quindi un percorso di isolamento o un decoupling dalle alleanze e dal resto del mondo, descrive piuttosto la capacità di perseguire e gestire autonomamente alleanze e partnership**.

Il concetto di Autonomia Strategica è diventato negli ultimi anni centrale nel dibattito geopolitico all'interno dell'Unione Europea. In un discorso tenuto al Breugel Institute lo scorso settembre, il presidente del Consiglio Europeo Charles Michel ha definito l'Autonomia Strategica "the aim of our generation"⁽¹²⁾. E i leader dell'Unione Europea, dopo la riunione tenu-

¹² <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2020/09/28/1-autonomie-strategique-europeenne-est-l-objectif-de-notre-generation-discours-du-president-charles-michel-au-groupe-de-reflexion-bruegel/>

tasi a ottobre, hanno affermato che si tratta di un obiettivo cruciale, da realizzare mantenendo un'economia aperta. Le conseguenze dovute alla diffusione della pandemia hanno infatti mostrato, in primo luogo, la necessità che l'Europa sia meno dipendente dalle tecnologie di Stati Uniti e Cina; e, in secondo luogo, che il commercio con queste due potenze resta essenziale per l'economia europea.

Il raggiungimento di un adeguato livello di Sovranità Tecnologica è funzionale all'ottenimento di un'Autonomia Strategica europea, favorendo la creazione di nuove opportunità di competere sulla frontiera dello sviluppo tecnologico e sui mercati internazionali, con impatti positivi sulla capacità di influenza europea a livello globale.

Il concetto di Sovranità Tecnologica che qui si propone non mira quindi a un'espansione generale delle attività tecnologiche in settori

in cui la competitività internazionale del paese sia percepita come troppo bassa. Mentre, dal punto di vista dello Stato, spesso ci si sforza di ottenere competitività tecnologica nel maggior numero possibile di settori, la ricerca della Sovranità Tecnologica deve avvenire in campi selezionati che sono considerati particolarmente importanti secondo dei criteri ben precisi.

D'altra parte, l'identificazione delle tecnologie cruciali non fornisce una risposta assoluta su dove la Sovranità Tecnologica dovrebbe essere raggiunta; si tratta sempre di una scelta basata su considerazioni come l'accessibilità economica, i rischi di sviluppo, la facilità di accesso a soluzioni alternative importate (insieme ai vincoli che ne derivano), che devono essere bilanciate le une con le altre.

Ulteriore considerazione va fatta sulle tempistiche e sugli investimenti che sono necessari per raggiungere un certo target di sovranità, e

Figura 5. Sovranità tecnologica come pre-condizione della sovranità nell'innovazione, della sovranità economica e dell'autonomia strategica



Fonte: CED

come passare nel migliore dei modi dalla situazione attuale nell'avere dipendenze da alcuni paesi terzi al raggiungimento di un maggior livello di Sovranità Tecnologica.

In questo contesto è importante, inoltre, capire perché supportare una determinata tecnologia: a) per l'obiettivo politico di aumentare la libertà di decidere e agire vis-a-vis rispetto ad altri attori geopolitici (in questo caso la Sovranità Tecnologica diventa una questione di Sovranità dello Stato o di una unione di Stati); b) oppure per l'obiettivo economico di migliorare la competitività di mercato.

Raggiungere una Sovranità Tecnologica è il presupposto per entrambi gli obiettivi, ma il modello di business e la struttura dei costi sottostante sono molto diversi.

Per le considerazioni fin qui svolte, il concetto di Sovranità Tecnologica non può essere né assoluto né onnicomprensivo. Si ritiene che l'unico approccio realistico e ragionevole sia quello di cercare un livello "appropriato" di Sovranità Tecnologica. Come definire l'appropriatezza in questo contesto è una questione da considerare con attenzione, e la risposta varia tra Paesi e tra settori, e si evolve anche nel tempo.

3. La scelta del livello ottimale di Sovranità Tecnologica: alcuni trade-off

Nell'intervento al Parlamento Europeo del 2019, Thierry Breton ha affermato che la Sovranità Tecnologica "non è un progetto protezionistico, si tratta semplicemente di avere alternative tecnologiche europee in aree vitali in cui attualmente siamo dipendenti". Ciò implica che si abbia un certo grado di autosufficienza anche per garantire la resilienza europea contro shock e crisi.

In primo luogo, un appropriato livello di Sovranità Tecnologica a livello europeo deve quindi mirare a raggiungere un certo grado di autosufficienza e non dipendenza da governi e fornitori non europei. Per raggiungere l'obiettivo di autosufficienza e non dipendenza, è necessario che vi siano fornitori operanti nell'Unione Europea che padroneggino le tecnologie ritenute cruciali e siano in grado di tradurle in applicazioni. Questo deve riguardare l'intero sviluppo tecnologico e ciclo industriale, dalla ricerca di base al settore manifatturiero, al supporto nel settore dei servizi. Più questo ciclo è sotto il controllo europeo, più è alto il livello di Sovranità Tecnologica europea.

Tuttavia, va precisato che il controllo di cui si parla non sta a significare che tutti i materiali e i componenti per una tecnologia chiave debbano essere realizzati e forniti internamente riducendo l'interdipendenza con l'esterno. Sarebbe impossibile, né tantomeno desiderabile, una completa indipendenza europea, ovvero essere in grado da soli di fornire tecnologie e servizi lungo tutta la filiera digitale e tecnologica. Una simile impresa richiederebbe rilevanti costi in termini di efficienza. Vi sono infatti settori in cui il dominio tecnologico chiaramente appartiene ad altre aree economiche e colmare il gap esistente avrebbe

costi altissimi, piuttosto è fondamentale collocarsi su una filiera produttiva coerente con il posizionamento internazionale dell'Europa.

Come osservato nel precedente paragrafo, nell'era attuale l'autonomia non può significare semplicemente indipendenza dagli altri, sarebbe troppo costoso. Poiché la prosperità dell'Unione Europea dipende molto dallo scambio economico globale, la sfida più importante che essa è chiamata ad affrontare è quella di raggiungere una propria Sovranità Tecnologica, rimanendo al contempo fortemente interconnessa con le attuali grandi potenze. Raggiungere una propria Sovranità Tecnologica non significa infatti voltare le spalle alla globalizzazione, che è fondamentale per la crescita e le innovazioni. Al contempo, non significa contenere la diffusione della tecnologia. Nel mondo altamente interconnesso di oggi, la Sovranità Tecnologica dipende da continui investimenti, innovazioni e benefici derivanti dalla cooperazione e dagli accordi con le altre potenze. In altre parole "non esiste l'indipendenza tecnologica in un'economia aperta e interconnessa".

Per l'Europa che gestisce un significativo surplus commerciale con il resto del mondo, soprattutto in settori ad alta tecnologia e ad alta intensità di dati, politiche protezionistiche ridurrebbero sia l'autonomia futura dei paesi europei che la loro prosperità. Se, infatti, l'Europa si separasse dalle altre economie avanzate, rischierebbe di perdere il controllo sul futuro, oltre che l'opportunità di stabilire leggi, regolamenti e norme insieme ai Paesi che condividono uno stesso sistema di valori. In generale, nessuna parte del mondo potrebbe essere in grado di fornire da sola tecnologie di frontiera e servizi lungo tutta la catena digitale e tecnologica. "Proprio come in altre parti dell'economia, la sovranità vera e propria, la nostra capacità di comprensione e accesso alle tecnologie, deriva dalla cooperazione con gli altri" (Bauer ed Erixon 2020, p. 29).

Richiedendo alcune tecnologie l'accesso a determinate risorse e competenze, è necessaria una divisione del lavoro a livello internazionale non solo europeo, ottenibile tramite una cooperazione di lungo periodo con partner che hanno competenze complementari nelle tecnologie fondamentali, in modo da garantire non una dipendenza unilaterale, bensì un accesso congiunto a esse (Commissione Europea, 2020a). È quindi necessaria (e desiderabile) la cooperazione con partner fidati e affidabili al di fuori dell'Europa.

Allo stesso tempo resta importante, al fine di raggiungere un livello appropriato di Sovranità Tecnologica in determinati settori strategici, evitare dipendenze che possano consentire di imporre unilateralmente vincoli sulle tecnologie europee, od ostacolare i fornitori europei dal padroneggiare ed eseguire gli step fondamentali dello sviluppo tecnologico e del ciclo industriale. Più diversificata è l'offerta e più si trova in Paesi simili e politicamente stabili, meno rischioso diventa affidarsi a paesi non europei. Se, ad esempio, un Paese ha un terreno sociale e politico comune a quello europeo, la probabilità che esso utilizzi deliberatamente le dipendenze per ridurre la Sovranità Tecnologica europea tende ad essere molto bassa.

Dalle considerazioni effettuate emerge come l'obiettivo non debba divenire quello di raggiungere un livello assoluto di sovranità, bensì un livello considerato ottimale. Questo vuol dire puntare a collocarsi sul punto più alto possibile dato il vincolo dei costi da sostenere: collocarsi su un giusto livello di Sovranità Tecnologica che possa contemperare da un lato l'efficienza e dall'altro l'autonomia (Figura 6(a)). È necessaria in tal senso un'analisi costi-benefici, che permetta di valutare/quantificare quanto si perde in termini di efficienza e quanto si guadagna in termini di benefici, decidendo di investire risorse per raggiunge-

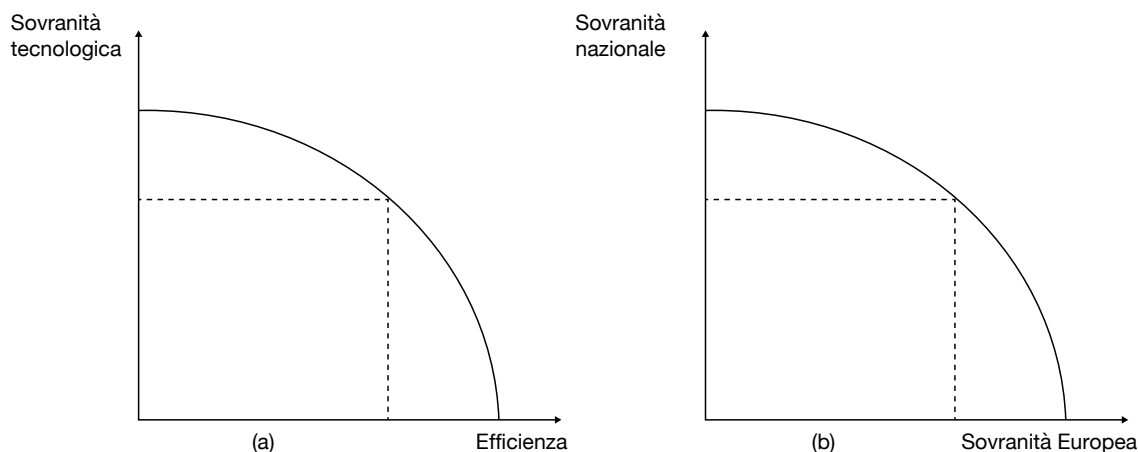
re e mantenere nel lungo periodo la sovranità su una determinata tecnologia.

In secondo luogo, un'appropriatezza Sovranità Tecnologica europea deve mirare a raggiungere una sovranità europea comune, e non una giustapposizione di sovranità nazionali. L'Unione Europea possiede sia il necessario livello di integrazione per diffondere la sovranità tra i vari stati nelle aree politiche ed economiche, sia le competenze e gli strumenti per promuovere la Sovranità Tecnologica lungo diversi settori strategici. La Sovranità Tecnologica europea implica quindi una crescente interdipendenza tra i singoli Paesi e probabilmente uno spostamento del controllo (su decisioni, investimenti, proprietà, relazioni, ecc.) dal livello nazionale a quello multinazionale europeo, o perfino extra-europeo.

Tuttavia, è importante tenere presente che qualunque discussione sulla Sovranità Tecnologica europea non può ignorare la delicata distribuzione di competenze tra le istituzioni europee e gli Stati Membri, le differenti priorità e i differenti interessi tra i vari Stati e le inerenti tensioni tra la sovranità nazionale e quella eu-

ropea. Problematiche possono sorgere dalla rivalità e dalla competizione tra gli Stati Membri da un lato, e da visioni e ambizioni strategiche divergenti dall'altro. Ciò può rendere difficile raggiungere un accordo su un livello di distribuzione appropriata di Sovranità Tecnologica (Figura 6(b)). Queste divergenze sono legate, e ulteriormente aggravate, dalla distribuzione non omogenea delle capacità tecnologiche esistenti e future. La sovranità difficilmente sarà qualcosa di universalmente applicabile in tutta Europa. In realtà, la maggior parte delle tecnologie fondamentali saranno probabilmente sviluppate in un numero ridotto di paesi europei, e gli altri dipenderanno quindi da essi. Un modo per mitigare la tensione tra la sovranità nazionale ed europea, soprattutto in settori particolarmente sensibili come la difesa, la sicurezza e il settore spaziale, potrebbe essere quello di focalizzarsi su tecnologie fondamentali per un'ampia varietà di applicazioni in settori strategici differenti e (potenzialmente) utilizzati in molti stati membri (ASD, 2020). L'obiettivo di una sovranità europea potrebbe essere raggiunto al livello di tali tecnologie trasversali, mentre la sovranità nazionale potrebbe focalizzarsi a livello delle

Figura 6. Trade-off tra Sovranità Tecnologica ed efficienza (a); trade-off tra sovranità europea e sovranità nazionale (b)



Fonte: CED

applicazioni. Le catene del valore strategiche più rilevanti dovrebbero diffondersi per l'Europa ed essere supportate dall'Unione Europea (almeno fino all'integrazione della tecnologia in un sistema), mentre gli Stati Membri potrebbero possedere i sistemi che integrano le tecnologie rilevanti e restare liberi di utilizzarle indipendentemente (tranne nei casi in cui l'Unione Europea stessa è proprietaria dei sistemi supportati dalla tecnologia in questione). Tale approccio sarebbe in linea con l'attuale obiettivo della Commissione Europea sulle tecnologie digitali che sono, per definizione, trasversali e fondamentali per tutti i sistemi high-tech. Inoltre, sono di duplice utilizzo per loro natura, il che apre la porta a sinergie tra il settore commerciale, quello della sicurezza, della difesa e dello spazio. In tale contesto, il trade-off tra sovranità nazionale ed europea potrebbe essere in parte superato, considerato che l'aumento di sovranità a livello europeo comporterebbe significativi effetti positivi anche sulla sovranità dei singoli stati membri. In base a queste considerazioni, sarebbe opportuno che anche i piani nazionali promossi nell'ambito della Recovery and Resilience Facility (RRF), possano essere sviluppati massimizzando il coordinamento e le sinergie realizzabili a livello europeo.

4. Strategia per l'implementazione del concetto di Sovranità Tecnologica

Gli elementi fin qui discussi consentono di elaborare una strategia per l'implementazione del concetto di Sovranità Tecnologica che potrebbe articolarsi nei seguenti passaggi:

1. Approdo a una definizione chiara e condivisa del concetto a livello europeo.

È importante che i Paesi europei si accordino su una definizione comune di Sovranità Tecnologica. Come osservato in precedenza, interpretazioni diverse, magari contrastanti, del concetto possono infatti causare serie incongruenze nelle relative politiche, nazionali e comunitarie, minandone l'efficacia.

Di fronte a sfide globali come il cambiamento climatico o le pandemie, a catene del valore strettamente interconnesse e a incertezze geopolitiche, solo una prospettiva europea coerente sulla Sovranità Tecnologica è a prova di futuro.

Definire e condividere la Sovranità Tecnologica in un'Unione formata da 27 Stati Membri, con ampi legami politici, economici e militari con i Paesi terzi, è sicuramente una sfida importante. Tuttavia, la posta in gioco è sufficientemente elevata da giustificare lo sforzo, ed essere pronti a sostenere le istituzioni dell'Unione Europea e gli Stati Membri in questa direzione. Il linguaggio è strategia, soprattutto in questo caso.

2. Identificazione delle tecnologie/settori rilevanti dal punto di vista della Sovranità Tecnologica.

Un accordo generale su come selezionare le tecnologie per cui l'Europa dovrebbe avere (un più alto grado) di sovranità e come

raggiungere questa sovranità, aiuterebbe a creare un terreno comune per discutere lo sviluppo e l'implementazione di politiche, individuare le priorità, prendere le decisioni di investimento, ecc.

L'identificazione delle tecnologie critiche dal punto di vista della Sovranità Tecnologica è sicuramente un processo che consiste di numerosi step e dipende da differenti variabili e considerazioni (ASD, 2020). Tuttavia, più questo processo è sistematico, migliore è la possibilità di individuare le tecnologie che realmente importano, e di allocare in modo efficiente le risorse per sviluppare le necessarie capacità tecnologiche e favorire processi di mercato funzionali all'accrescimento del livello di sovranità. A tal fine, potrebbe essere utile la costituzione di tavoli settoriali coordinati a livello europeo che adottino dei criteri il più possibile omogenei, tenuto conto delle specificità settoriali⁽¹³⁾.

Un modo per individuare le aree tecnologiche classificate come fondamentali potrebbe essere quello di distinguere tre funzioni che le tecnologie devono soddisfare⁽¹⁴⁾:

- salvaguardare i compiti di sovranità originali che gli enti governativi svolgono utilizzando le tecnologie disponibili (ad es. sicurezza civile, difesa, amministrazione);
- soddisfare i bisogni della società, sia i bisogni sociali di base (attraverso servizi pubblici come l'assistenza sanitaria o la fornitura di infrastrutture fondamentali), sia quelli che riguardano i cambiamenti che

sono principalmente avviati e controllati dal governo, come le trasformazioni socio-tecniche mirate (ad es. la transizione energetica e la trasformazione della mobilità);

- garantire il successo di medio e lungo termine di un'economia e la sua competitività tecnologica, che è sostenuta principalmente da attori privati, sebbene possa essere significativamente modellata dal sostegno pubblico.

In ambito europeo l'enfasi è principalmente posta sul secondo aspetto, ovvero individuare quelle tecnologie in grado di soddisfare i bisogni della società. Le soluzioni digitali su cui la Commissione Europea sta puntando e su cui occorre sviluppare un quadro di policy e normativo solido, come i sistemi di comunicazione, l'intelligenza artificiale, le tecnologie quantistiche, l'identità digitale, nonché le strategie adottate per la difesa e tutela dell'ambiente, vanno nella direzione di essere utili all'uomo e quindi alla società. In un documento ufficiale della Commissione Europea pubblicato a febbraio del 2020 si legge infatti: "La Commissione vuole una società europea sostenuta da soluzioni digitali che siano fortemente radicate nei nostri valori comuni, e che arricchiscano la vita di tutti noi: le persone devono avere l'opportunità di svilupparsi come individui, di scegliere liberamente e in sicurezza, di impegnarsi nella società, indipendentemente dalla loro età, sesso o background professionale"⁽¹⁵⁾.

La Sovranità Tecnologica europea viene quindi definita dalla Commissione concentrandosi sui bisogni dei cittadini e sul modello sociale europeo, ritenendo che ogni persona debba avere un'equa possibilità, ovunque viva, di raccogliere i benefici di una società sempre

¹³ Un elenco di tecnologie critiche è ad esempio contenuta nella recente Comunicazione della Commissione Europea: *Action Plan on synergies between civil, defence and space industries*, COM (2021) 70 del 22.2.2021.

¹⁴ Per ulteriori dettagli su questo si veda il position paper del Fraunhofer Institute for Systems and Innovation research "Technology sovereignty. From demand to concept", p. 11-12, luglio 2020.

¹⁵ Comunicazione della Commissione Europea "Shaping Europe's Digital Future" (p. 4), 2020.

più digitalizzata. A tal fine, il focus è su **sviluppare, diffondere e adottare tecnologie che fanno una reale differenza nella vita quotidiana delle persone**. La promozione dell'innovazione e la diffusione di soluzioni digitali utili alla società rappresentano quindi un prerequisito per una buona qualità della vita, per maggiori opportunità di lavoro e per colmare i divari di partecipazione esistenti.

Ragioni importanti per cui perseguire la Sovranità Tecnologica derivano da tutte e tre le funzioni. Mentre la capacità dello Stato di agire nell'ambito dei compiti di sovranità originari costituisce la rappresentazione più diretta della necessità di una Sovranità Tecnologica, la soddisfazione dei bisogni della società e la competitività tecnologica dipendono anche dal libero accesso degli attori europei a un ampio portafoglio di tecnologie e competenze. D'altra parte, le competenze tecnologiche che oggi sono più rilevanti per la competitività tecnologica, possono nel breve periodo diventare fondamentali per il soddisfacimento dei bisogni sociali e dei compiti di sovranità originari.

3. Analisi del posizionamento europeo nei settori strategici rispetto ai player globali.

Una volta individuate le tecnologie rilevanti dal punto di vista della Sovranità Tecnologica è necessario svolgere un'analisi quali/quantitativa per stabilire il posizionamento europeo nelle diverse aree tecnologiche rispetto ai competitor internazionali, in modo da individuare punti di forza e di debolezza⁽¹⁶⁾.

16 Nell'ambito delle analisi del posizionamento tecnologico nei settori difesa, aerospazio e industrie collegate è prevista la realizzazione di un EU Observatory of Critical Technologies (Comunicazione della Commissione COM (2021) 70 del 22.2.2021). Un sistema di mappatura tecnologica è stato inoltre sviluppato nell'ambito del progetto della Commissione Europea: Advanced Technologies for Industry (ATI): <https://ati.ec.europa.eu/>

A tal fine è utile adottare opportuni indicatori in merito a tre aspetti essenziali:

- distribuzione delle competenze tecnologiche;
- competitività e grado di dipendenza produttiva;
- posizionamento ed eventuali dipendenze nelle catene globali del valore.

Nel complesso, è necessario combinare una serie di criteri per valutare il posizionamento europeo nelle tecnologie rilevanti, ovvero il grado di sovranità che possiede, che includono indicatori quantitativi e valutazioni basate su stime qualitative. L'analisi porta a definire un più forte o più debole grado di Sovranità Tecnologica e tale valutazione può cambiare nel tempo, in alcuni casi anche rapidamente considerata la rapidità del progresso tecnologico in alcuni settori e i connessi cambiamenti nelle posizioni competitive.

4. Definizione del livello di Sovranità Tecnologica ritenuto desiderabile, tenendo conto dei costi in termini di efficienza e delle specificità settoriali.

Come evidenziato nel precedente paragrafo, l'obiettivo non deve essere quello di raggiungere un livello assoluto di Sovranità Tecnologica europea, bensì un livello appropriato, tenuto conto di diversi aspetti.

Il livello di sovranità a cui tendere deve tenere conto dei costi in termini di inefficienze sostenute per colmare il gap di capacità tecnologiche nei domini dove la leadership è appannaggio di altre aree economiche, e dei benefici che si ottengono dalla cooperazione e dagli accordi con gli altri paesi.

Inoltre, il livello di sovranità desiderabile deve tenere conto di come realizzare il giusto equilibrio tra sovranità europea e sovranità nazionali. Dal punto di vista operativo, si tratta di individuare diversi livelli di **profondità della So-**

vrnanità Tecnologica, che vadano dal caso estremo in cui non vi sia alcuna capacità o controllo in uno specifico ambito tecnologico, al caso opposto in cui si realizzi una piena autonomia. I settori critici possono quindi essere classificati rispetto all'attuale livello di profondità realizzato e a quello desiderabile tenuto conto dei costi in termini di investimenti necessari, di eventuali perdite di efficienza e dei tempi necessari a realizzare l'upgrade.

5. Definizione e implementazione delle politiche necessarie a ottenere il livello desiderato di sovranità.

La Sovranità Tecnologica può essere raggiunta solo attraverso una combinazione di piani strategici e politiche industriali mirate, aventi determinate caratteristiche, supportate da investimenti coerenti e persistenti nelle tecnologie rilevanti individuate. Tale combinazione rappresenta sicuramente una sfida per l'Unione Europea, in quanto si tratta di mettere insieme differenti politiche, attori e strumenti. Tuttavia, come osservato sopra, la posta in gioco giustifica lo sforzo necessario.

Nel prossimo paragrafo l'attenzione sarà focalizzata sul terzo dei passaggi appena delineati, con particolare riferimento all'analisi del posizionamento in termini di capacità tecnologiche misurate attraverso alcuni indicatori brevettuali. L'ultimo paragrafo sarà invece dedicato al quinto punto, ovvero alla proposta di politiche volte al rafforzamento della Sovranità Tecnologica europea.

5. Analisi del posizionamento attraverso diversi metodi di indagine

L'analisi del posizionamento europeo rispetto al grado di Sovranità Tecnologica esistente nei settori ritenuti strategici, si ritiene richieda l'applicazione di un mix di metodi. Sono necessari indicatori quantitativi basati su algoritmi di ricerca specifici, supportati da indagini sistematiche di esperti per fornire il quadro di riferimento, in modo da poter considerare la specificità di ogni singola tecnologia⁽¹⁷⁾.

Nel valutare il grado di Sovranità Tecnologica occorre tener presente che:

- è elevato se le tecnologie in questione vengono prodotte all'interno del proprio dominio geografico-politico, o se esiste l'abilità potenziale di produrle nel breve o medio termine;
- può essere comunque adeguato nel caso in cui le tecnologie non siano prodotte all'interno ma è possibile ottenerle dall'esterno senza vincoli o restrizioni, in questo caso è necessario considerare tutti quei fattori che possono accrescere il rischio di accesso a risorse esterne;
- i rischi si riducono se sono comunque disponibili tecnologie alternative come sostituti.

Nel primo caso andrà implementata una metodologia che permetta di valutare le proprie risorse e competenze; negli altri due occorrerà invece applicare dei metodi che analizzino il grado di dipendenza da altri Paesi, nonché i

17 Fraunhofer Institute for Systems and Innovation research "Technology sovereignty. From demand to concept", p. 17, luglio 2020.

livelli di sostituibilità delle varie tecnologie.

La metodologia per analizzare le proprie risorse e competenze si basa sulle seguenti applicazioni:

- analisi di brevetti e di indicatori derivati, come le quote di brevetto e misure di specializzazione tecnologica;
- analisi bibliometriche e di indicatori derivati in termini di quote di pubblicazioni, numero di citazioni, collaborazioni scientifiche, in grado di mappare le competenze scientifiche nelle diverse discipline;
- analisi del contributo dei singoli Paesi agli standard tecnologici internazionali;
- analisi delle statistiche di produzione relative a una specifica tecnologia;
- analisi delle quote di esportazione in tecnologie specifiche, che forniscono informazioni sulla competitività internazionale della produzione delle varie aree.

Per analizzare la dipendenza e l'accesso a risorse e competenze va applicata una diversa metodologia, costituita dai seguenti strumenti:

- analisi delle bilance commerciali raggruppate e analizzate per tecnologia, da cui trarre informazioni sulla dipendenza dell'Unione Europea dalle importazioni di specifiche tecnologie (risorse e componenti), e sulla loro distribuzione;
- indicatori che permettono di analizzare la lunghezza e il grado di concentrazione delle catene del valore strategiche, in modo da individuare prodotti, processi e servizi in cui l'Unione Europea possiede i peggiori vantaggi comparati;
- analisi di affidabilità dei potenziali partner

nei rapporti commerciali e in termini di qualità e trasparenza delle istituzioni formali e informali.

Infine, tenuto conto di come i fenomeni di concentrazione nel possesso dei dati possono condizionare in modo decisivo il potere "tecnologico-digitale" dei diversi paesi è utile considerare indicatori in grado di fornire proxy di sovranità digitale in termini di quantità e qualità di dati di cui un paese dispone in base alla localizzazione delle imprese big-tech. A tal fine possono essere adottate misure in grado di valutare il peso delle grandi compagnie tecnologiche in termini di quote di mercato, capitalizzazione di borsa, numeri di utenti, etc. Come già evidenziato l'analisi del posizionamento in termini di Sovranità Tecnologica deve necessariamente fare ricorso ad un utilizzo sistematico e integrato dei vari tipi di indicatori. Si propone qui di seguito, a titolo esemplificativo, un'applicazione specifica basata sull'utilizzo di indicatori brevettuali per valutare il posizionamento dei vari player internazionali su particolari competenze tecnologiche.

6. L'utilizzo degli indicatori brevettuali per l'analisi del posizionamento tecnologico

Questa sezione ha l'obiettivo di proporre una metodologia di analisi basata su dati brevettuali per definire il posizionamento dei diversi paesi in termini di **capacità tecnologiche in settori strategici**. A tal fine, è stata elaborata una logica di analisi utile a definire il contributo dei singoli paesi (o delle aree comunitarie) per singoli ambiti di conoscenza, qui identificati a un livello di dettaglio particolarmente granulare.

Sebbene l'utilizzo dei brevetti come indicatore non sia esente da limitazioni⁽¹⁸⁾, questo strumento può essere utile, in particolare, per identificare eventuali gap in termini di capacità tecnologiche in settori ritenuti strategici. Verranno forniti tre esempi specifici, ma la metodologia di analisi proposta è applicabile a tutti gli ambiti tecnologici a diversi livelli di dettaglio. Nello specifico si farà riferimento all'analisi di classi tecnologiche rilevanti nel campo del **5G**, dell'**Edge computing** e della cura e prevenzione del virus **da Covid-19**.

Il grande potenziale informativo dei dati brevettuali è rappresentato dalla possibilità di identificare attraverso le classi tecnologiche, definite secondo la International Patent Classification (IPC), il dominio specifico in cui è stata prodotta la nuova conoscenza, e questo a livelli di dettaglio sempre più specifici, a seconda delle esigenze di analisi (si veda Fig. 31 in Appendice).

I dati considerati sono stati tratti e riorganizzati (attribuendo paese di origine, anno di registrazione, e classe tecnologica) a partire dal

¹⁸ Tra i maggiori limiti si ricorda che: non tutte le innovazioni vengono brevettate; il segreto industriale è spesso utilizzato al posto dei brevetti per proteggere le invenzioni; esiste una forte eterogeneità settoriale nella propensione a brevettare; la qualità dei singoli brevetti è intrinsecamente diversa etc... Per maggiori dettagli si rimanda al Manuale di Oslo dell'OCSE (2018).

database OCSE-REGPAT e fanno riferimento ai brevetti più rilevanti, ovvero alle famiglie di brevetti registrati, nel tempo, presso tutti e tre i più importanti uffici brevetti a livello mondiale: United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO) e Japanese Patent Office (JPO)⁽¹⁹⁾.

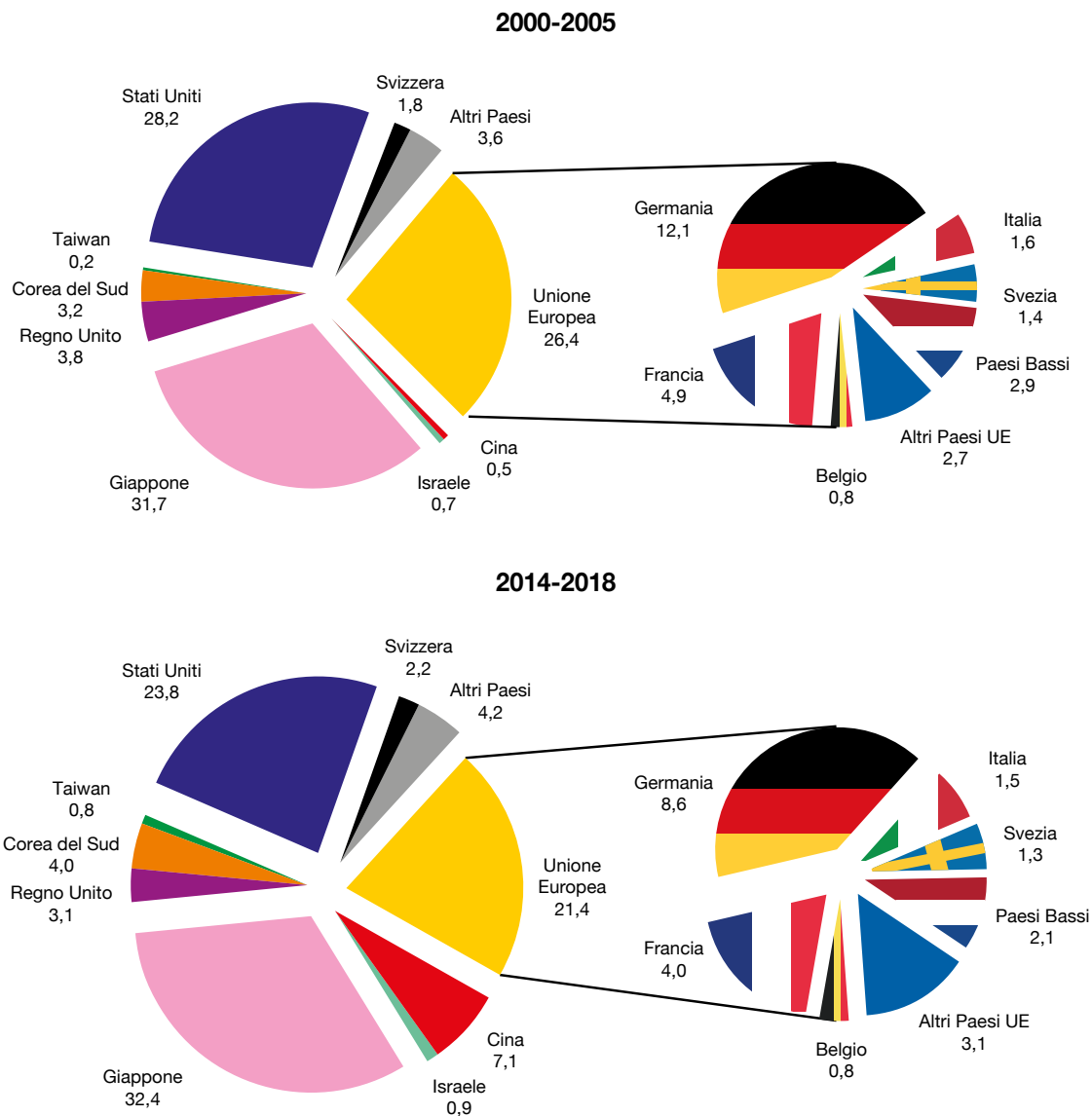
Come già osservato l'analisi brevettuale può essere realizzata a diversi livelli di aggregazione delle informazioni, via via più dettagliati. Partendo dal livello più aggregato, è possibile evidenziare la forte crescita del peso della Cina negli ultimi anni. Storicamente i maggiori players internazionali sono, nell'ordine, Stati Uniti, Giappone e Unione Europea (qui considerata a 27 paesi) che contribuiscono per gran parte delle invenzioni brevettate. Tuttavia, negli anni più recenti si riscontra una fortissima crescita delle economie emergenti, in primis Cina e Corea del Sud⁽²⁰⁾.

Considerando due periodi pluriennali (2000-2005 e 2014-2018) (Fig.7), i tre principali player (Stati Uniti, Unione europea e Giappone) registrano una quota aggregata di brevetti registrati che, nel periodo 2014-2018, si attesta al 77,6%, ovvero quasi nove punti in meno di quanto analogamente registrato nel periodo 2000-2005 (86,3%). Tale dinamica è spiegata dal ridimensionamento della quota degli Stati Uniti (scesa dal 28,2% al 23,8%) e dalla contrazione di quella dell'Unione Europea (dal 26,4% al 21,4%), a cui si associa una crescita consistente da parte dei paesi asiatici, in particolare della Cina che ha migliorato la propria quota dallo 0,5% al 7,1% attuale, collocandosi stabilmente come quarta economia per numero di brevetti.

¹⁹ Seguendo la letteratura scientifica, al fine di cogliere la localizzazione effettiva delle competenze tecnologiche, i brevetti sono attribuiti ai diversi paesi facendo riferimento all'indirizzo dell'inventore. La descrizione del database utilizzato per l'analisi è fornita in Appendice.

²⁰ I dati brevettuali sono pubblicati con un lag temporale e quindi in linea con quanto realizzato dall'OCSE l'intervallo di analisi considera fino al 2018.

Figura 7. Brevetti per le principali economie globali e per le principali economie comunitarie. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



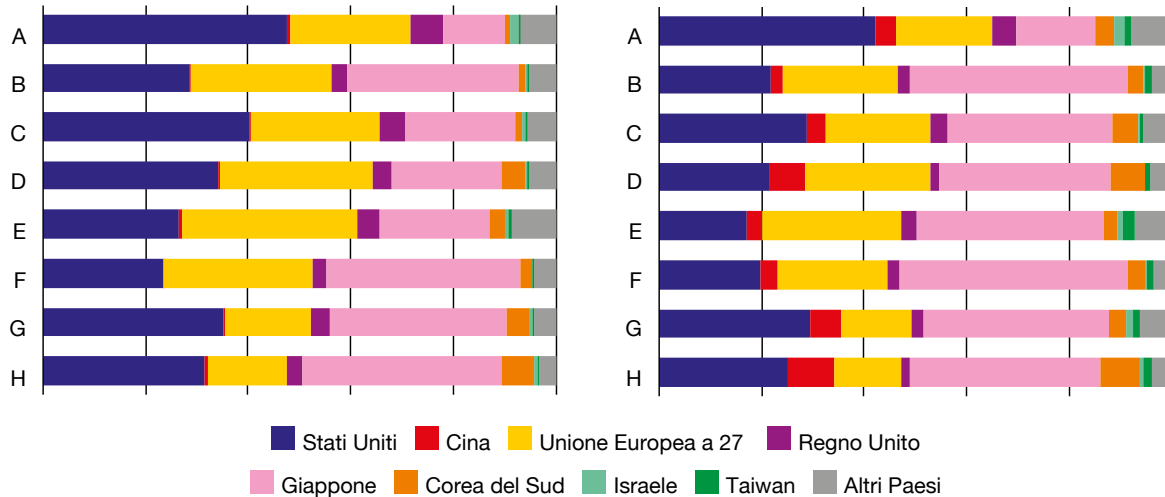
Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Passando all'analisi per macro-classi brevettuali, la Figura 8 mostra come l'aumento nel tempo del peso dei paesi asiatici si riscontri per tutti i macro ambiti tecnologici⁽²¹⁾, e in particolar modo per le sezioni D (Textile; Paper),

G (Physics) e in misura ancora maggiore per il gruppo H (electricity). Si tratta, specialmente per il caso cinese, di ambiti di conoscenza connessi a produzioni estremamente rilevanti o perché particolarmente fruttuose in termini di successo internazionale (D) e di avanzamento tecnologico (G), o perché particolarmente svantaggiose in termini di importazioni nette (H).

²¹ I macro-ambiti si suddividono in: A (Human Necessities), B (Performing operations; Transforming), C (Chemistry; Metallurgy); D (Textile; Paper), E (Fixed construction); F (Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting); G (Physics); H (Electricity).

Figura 8. Composizione dei brevetti per sezioni tecnologiche e principali paesi. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD Regpat-OECD

A partire dal numero di brevetti per paese suddiviso per classe tecnologica è possibile costruire gli indicatori utilizzati per l'analisi di posizionamento dei paesi nei diversi ambiti tecnologici.

Il primo passo consiste nell'elaborazione di indici di vantaggio comparato (o indici di Balassa) per tutti i paesi. Questi indicatori esprimono una misura della specializzazione relativa di un paese in un determinato dominio tecnologico (peso relativo dei brevetti realizzati in una data classe tecnologica rispetto al totale dei brevetti) in rapporto alla specializzazione "media" di un aggregato di riferimento (nel presente caso il mondo).

Questo tipo di indicatori consente di esprimere una posizione di vantaggio (svantaggio) comparato perché rivelano che il paese è più (meno) specializzato in quella particolare tecnologia rispetto alla media globale. In dettaglio, l'indice è espresso dalla formula (1) in cui X è la somma dei brevetti in un dato anno di riferimento, i indica il paese, m il mondo, j il dominio tecnologico e t il totale dei brevetti in tutte le classi tecnologiche.

$$B = \frac{\frac{x_{i,j}}{x_{i,t}}}{\frac{x_{m,j}}{x_{m,t}}} \quad (1)$$

Una volta costruiti gli indici di Balassa per tutte le classi tecnologiche di ciascun paese, è possibile elaborare le tre dimensioni analitiche del posizionamento tecnologico⁽²²⁾:

- i. **Indicatore di Vantaggio Comparato Rivolto** - qui definito RTA (Revealed Technology Advantage) che coincide con l'indice di Balassa espresso in termini continui (valore assoluto). La misura in cui l'RTA è superiore (inferiore) all'unità indica la misura in cui il paese presenta una posizione di vantaggio (svantaggio) comparato nella tecnologia per un dato anno (periodo) di riferimento.
- ii. **Indicatore di varietà** che corrisponde alla somma delle tecnologie in cui il paese pre-

²² La logica analitica adottata nel presente lavoro prende spunto dal pionieristico contributo Hausmann et al. (2011) nell'Atlas of Economic Complexity, in cui si propone una misura di complessità economica dei paesi a partire dalle dimensioni di varietà e rarity calcolate, in questo caso, sui prodotti esportati.

sentata un RTA maggiore dell'unità per un dato anno (periodo) di riferimento. Per misurare la varietà si utilizza l'indice di Balassa in forma dicotomica (0,1). Gli indici di varietà sono influenzati da molteplici fattori. Nel complesso, è possibile affermare come un paese caratterizzato da un numero elevato di specializzazioni presenti una struttura di competenze tecnologiche più diversificata.

- iii. **Indicatore di rarità** che corrisponde a un indice normalizzato compreso tra 0 e 1 ed è costruito secondo la formula $1 - (n/N)$ in cui n è il numero dei paesi specializzati in una data tecnologia e " N " è il numero totale dei paesi considerati. In dettaglio, n corrisponde alla somma dei paesi $i=1, \dots, 62[1]^{(23)}$ che presentano nella tecnologia j un RTA maggiore dell'unità per un dato anno (periodo) di riferimento. Similmente al (i), l'indice di Balassa è quindi utilizzato nella sua specificazione dicotomica. L'indicatore di rarità dipende dalla scelta fatta relativamente al tipo di dettaglio con cui la classificazione IPC è considerata. Maggiore è il dettaglio selezionato, maggiore è la probabilità di riscontrare indici di rarità particolarmente elevati, e viceversa.

Dal punto di vista della Sovranità Tecnologica, l'indicatore di varietà fornisce un'indicazione sulla capacità di un Paese (o area economica) di generare conoscenza tecnologica in una pluralità di settori. D'altra parte, come già sottolineato, la Sovranità Tecnologica non implica la necessità di realizzare una completa autonomia in tutti i settori, quanto piuttosto

l'esigenza di detenere il controllo delle conoscenze nei campi ritenuti critici, ovvero la capacità di utilizzare conoscenze tecnologiche sviluppate altrove attraverso partnership ritenute affidabili e, soprattutto, evitando dipendenze unilaterali. In tal senso, l'indicatore di rarità fornisce una misura complementare particolarmente rilevante. Più è "rara" una tecnologia, minore è il numero di paesi in essa specializzati da cui acquisire conoscenze e, quindi, maggiore il rischio di dipendenze che riducono il grado di Sovranità Tecnologica.

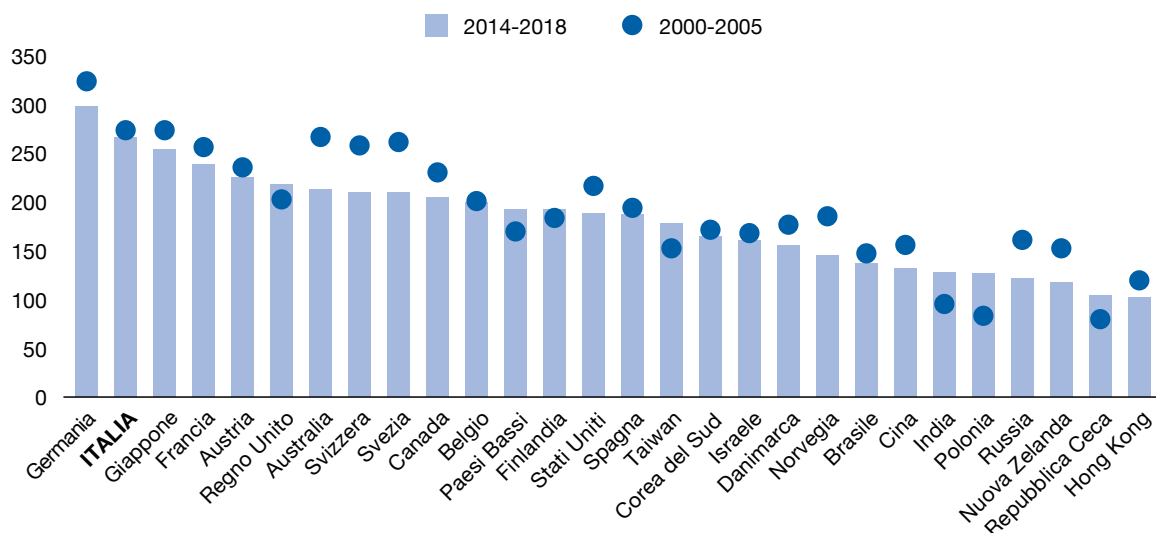
È importante sottolineare che l'indice RTA - in quanto indice di vantaggio comparato rivelato - indica se un paese concentra in una determinata classe tecnologica una quota delle proprie innovazioni superiore (valori maggiori di 1) o inferiore (valori minori o uguali a 1) a quella media; questa informazione deve essere accompagnata dall'analisi delle quote brevettuali detenute per misurare l'effettivo «successo» di un paese in uno specifico dominio tecnologico.

Ad esempio, per ciò che concerne i paesi con i più elevati indici di varietà, si osserva, attraverso la Figura 9, che mentre la Germania o il Giappone associano ad un numero elevato di specializzazioni tecnologiche anche elevate quote di brevetti, l'Italia possiede una quota limitata, intorno all'1,5% in entrambi i periodi considerati.

L'Italia si contraddistingue quindi per una forte dispersione delle capacità tecnologiche e per quote piuttosto limitate; gli Stati Uniti, al contrario, sono specializzati in meno classi tecnologiche, caratterizzate però, come vedremo, da una elevata strategicità. In altre parole, analogamente a quanto si può osservare per l'analisi del posizionamento commerciale, anche a livello tecnologico **l'Italia mostra capacità tecnologiche in una ampia gamma di settori, pur non riuscendo ad accrescere il proprio peso negli ambiti tecnologici più strategici e dinamici.**

23 Al fine di assicurare il duplice obiettivo di esaustività e capacità di analisi, l'archivio ricostruito per livelli tecnologici ha considerato tutti i principali paesi per numerosità complessiva e ciascun paese dell'Unione europea, a prescindere dal numero di brevetti. L'insieme di questi 51 paesi, da solo, assorbe più del 99% dei brevetti registrati nel periodo oggetto di analisi. Tutti gli altri, sono stati aggregati per area geografica secondo il seguente elenco: Africa centro- meridionale; Africa occidentale; Africa orientale; Africa settentrionale; Altri paesi europei; America centro-meridionale; America settentrionale; Asia centro-meridionale; Asia occidentale; Asia orientale; Europa centro-orientale.

**Figura 9. Indicatore di varietà* (media degli indici annuali).
Anni 2000-2005 e 2014-2018**



*al quarto digit della classificazione IPC (International Patent Classification)
Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Nelle pagine che seguono si propone un'applicazione degli indicatori proposti all'analisi di classi tecnologiche rilevanti nel campo del **5G**, dell'**Edge computing** e della cura e prevenzione del virus da **Covid-19**. Gli esempi saranno trattati a vari gradi di dettaglio in modo da evidenziare il potenziale della metodologia in termini di ricchezza delle informazioni ottenibili. Si sottolinea che la logica d'analisi qui proposta è replicabile per tutti i domini di conoscenza e quindi per tutte quei settori tecnologici ritenuti strategici a seconda del contesto e del periodo considerato.

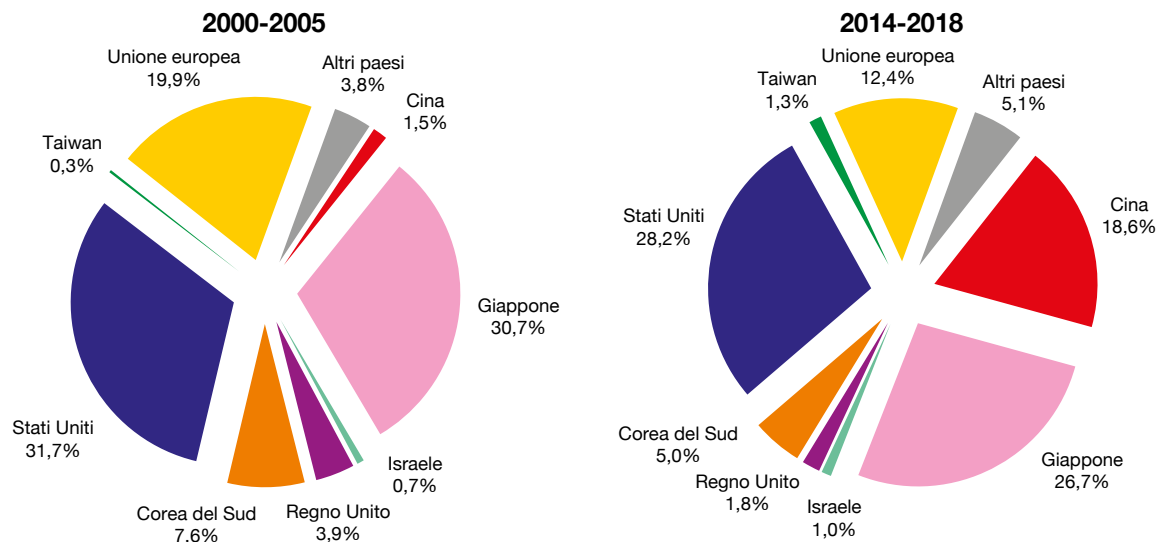
6.1 Le tecnologie 5G-related

In questa sezione, l'analisi si concentra sulla costellazione delle tecnologie collegate al 5G. Una prima visione generale del posizionamento tecnologico dei paesi in questo ambito di conoscenza è offerta dalla Figura 10 da cui si evince chiaramente la crescita impetuosa della Cina che arriva ad assorbire più di un sesto dei brevetti 5G-related, passando da una quota pari all' 1,5% del 2000-2005 al 18,6% nel quinquennio 2014-2018. Ne fanno le spese le prime posizioni: Stati Uniti (-3,5

punti percentuali), Giappone (-4 p.p.), Unione Europea (-7,5 p.p.) e, in misura maggiore, il Regno Unito che quasi dimezza la rispettiva quota passando da 3,9% all'1,8%. Significativa anche la contrazione della Corea del Sud che registra una share sul totale del 5% per il 2014-2018: una percentuale di 2,6 p.p. inferiore rispetto all'analogo dato riferito al periodo precedente.

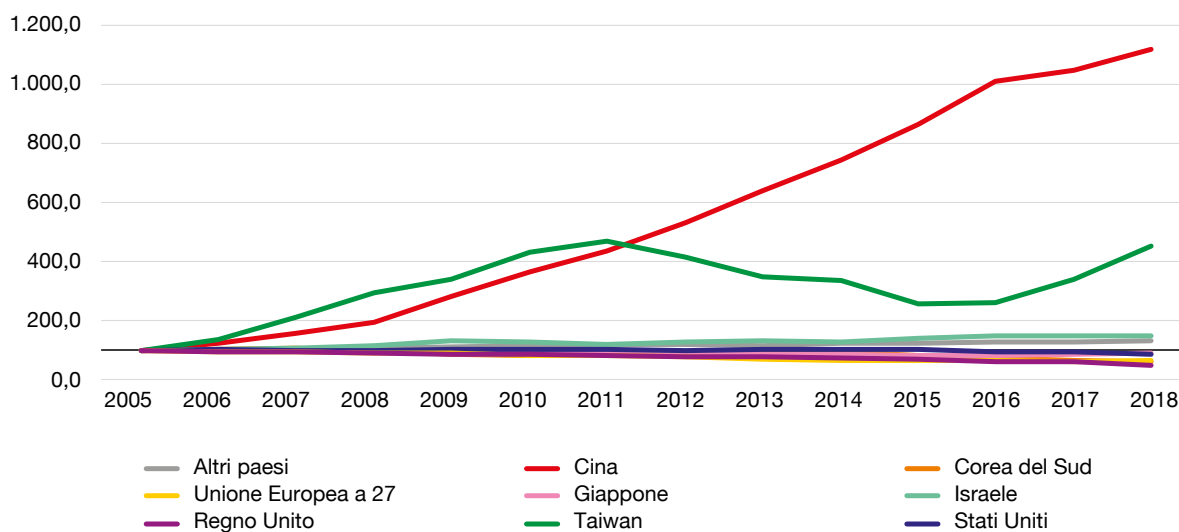
L'ascesa della Cina nel 5G appare ancora più marcata se analizzata alla luce della Figura 11 che riporta la crescita in numeri indice, delle quote detenute dalle maggiori economie nel settore considerato. In questo caso, il gigante orientale registra una crescita del 1.120% nel periodo considerato.

Figura 10. Distribuzione dei brevetti 5G-related per le principali economie. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

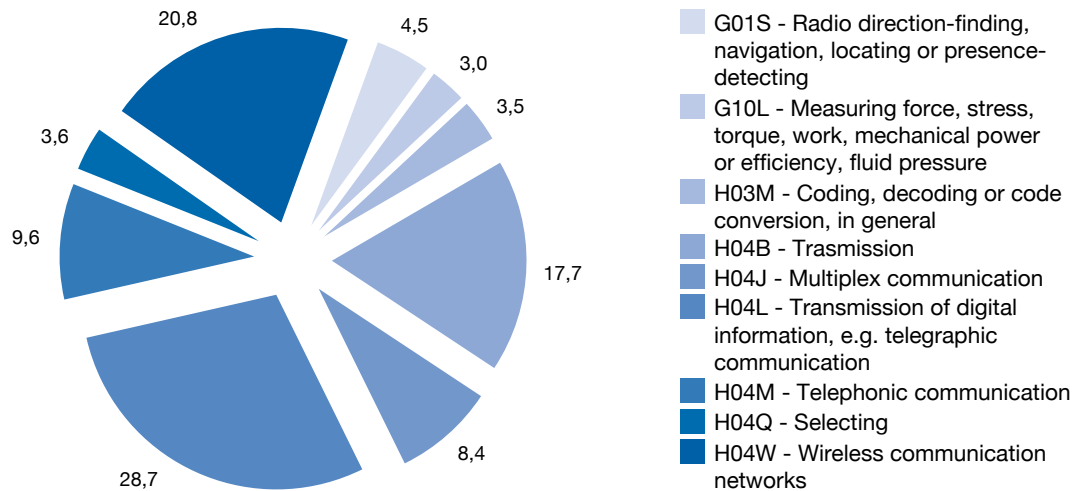
Figura 11. Numeri indice delle quote di brevetti 5G-related per paese. Anni 2005-2018 (numeri indice con base 2005=100)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

La Figura 12 è utile per individuare le classi tecnologiche più rilevanti, in termini di quantità di brevetti, tra quelle considerate. Fatto 100 i brevetti registrati in questo campo tra il 2000 e il 2018, a coprire circa il 50% delle invenzioni sono le classi H04L (Transmission of digital information) e H04W (Wireless Communication Network), rispettivamente con quote del 28,7 e del 20,8%. Su queste due classi, saranno costruiti gli indici RTA e di rarità.

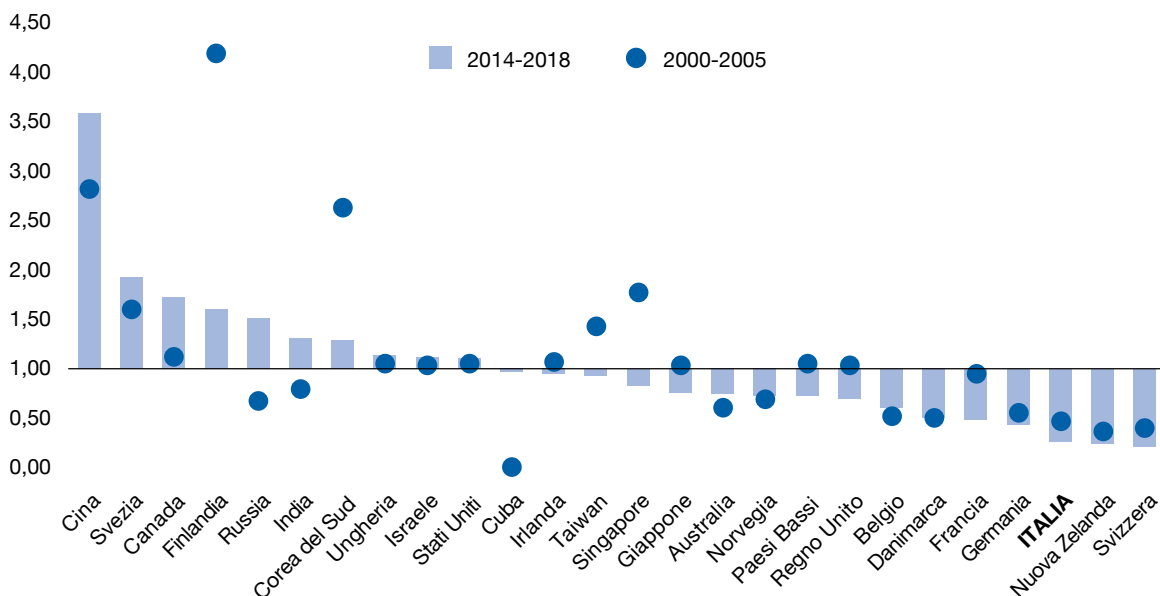
Figura 12. Composizione per categorie di brevetti 5G-related. Anni 2000-2018 (quote percentuali)



Considerando in aggregato l'ambito di brevettazione rilevante per il 5G, la Cina si colloca ai vertici con un RTA di poco superiore a 3,5 nel periodo 2014-2018 e compreso tra 2,5 e 3 negli anni 2000-2005 (Fig.13). Ciò vale a dire che una forte specializzazione progressiva (quella relativa al primo periodo) ha premiato l'economia cinese anche in termini di quote, come visto precedentemente. Seguono

nella classifica: Svezia Canada e Finlandia. Quest'ultima, nello specifico, si collocava prima tra il 2000-2005 con un RTA ben superiore a 4. Da evidenziare l'arretramento della Corea del Sud che si riflette, oltre che nelle quote, anche in termini di specializzazione, con un indice di vantaggio tecnologico rivelato che scende, nell'ultimo periodo considerato, a 1,3 da un valore iniziale di 2,6.

Figura 13. Indici di specializzazione nelle tecnologie 5G-related per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (media annuale)

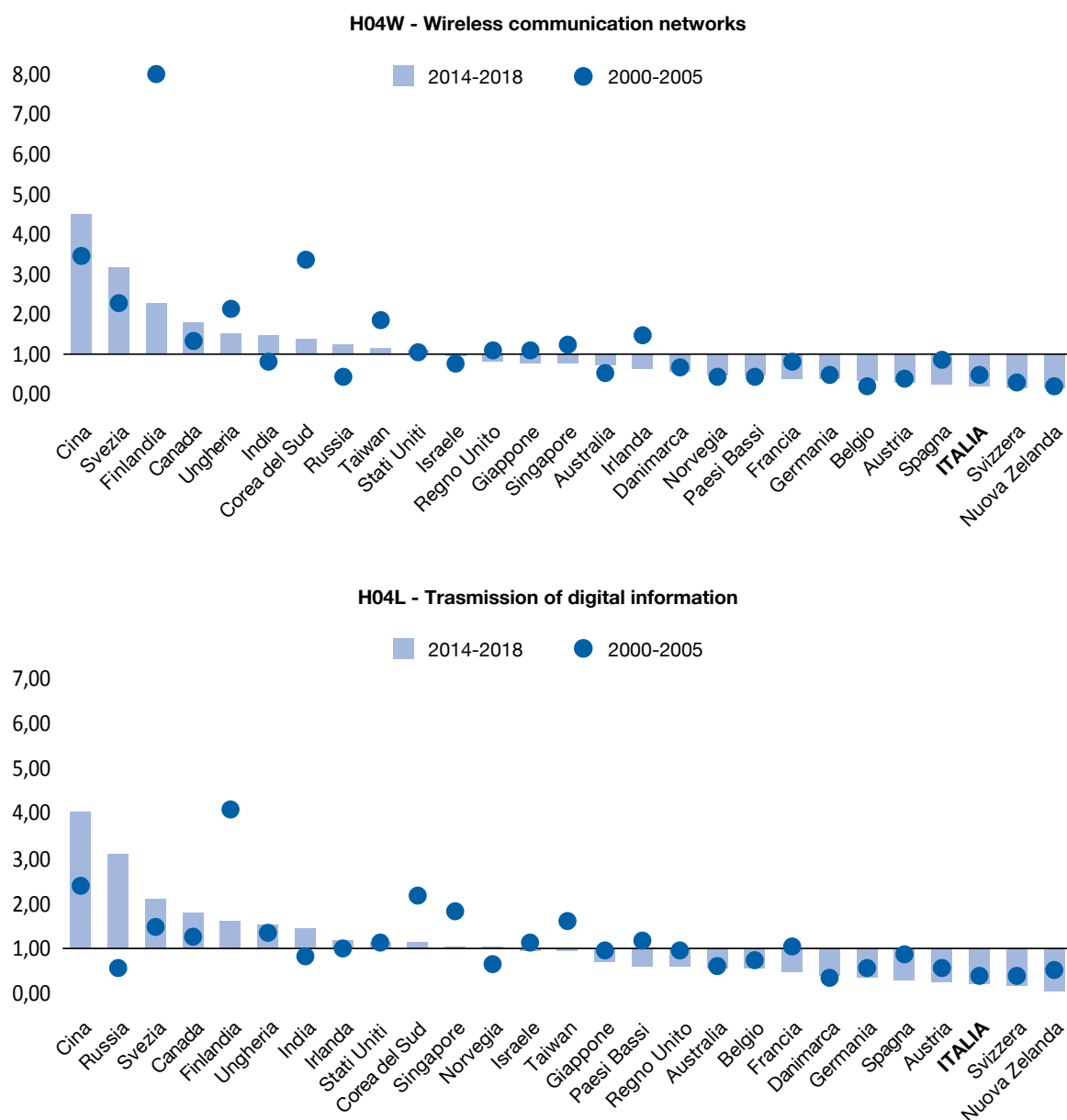


Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Aumentando il dettaglio dell'analisi con riferimento alle sotto-categorie 5G related, e nello specifico alla classe H04W (Wireless Communication Network), relativamente al periodo 2014-2018, la Cina conferma la sua forza con un RTA superiore a 4, davanti alle economie scandinave Svezia e Finlandia. L'economia cinese occupa il primo posto in termini di RTA anche nella sezione H04L (Transmission

of digital information) registrando un indice di vantaggio comparato, anche in questo caso, vicino a 4. Seguono Russia, Svezia e Canada. A seguire la Finlandia, prima per specializzazione negli anni 2000-2005, periodo in cui registrava un indice di vantaggio comparato medio leggermente minore di 4.

Figura 14. Indici di specializzazione nei principali gruppi 5G-related per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (media annuale)



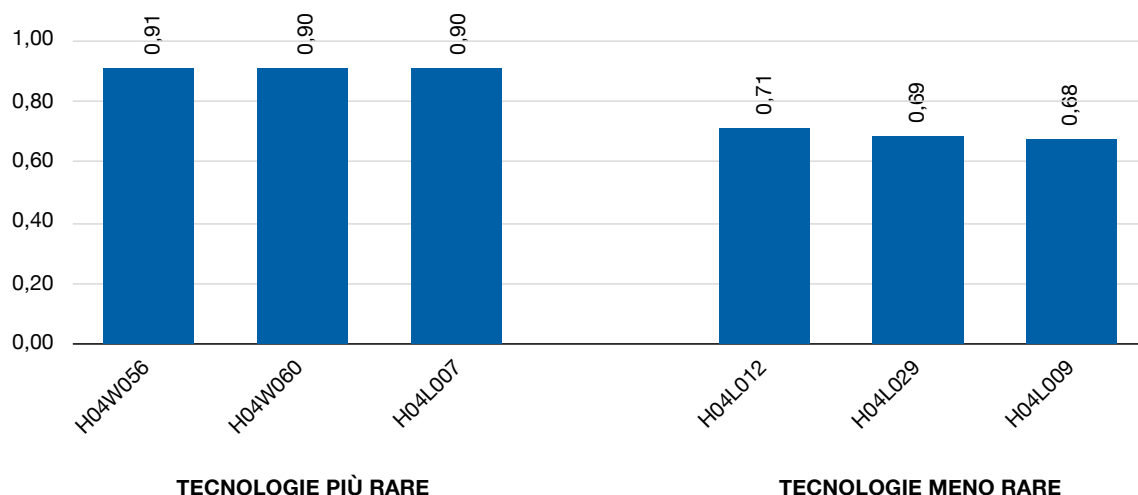
Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Passando adesso alla rarità e considerando nel complesso le due classi H04W e H04L, è possibile fornire un ranking delle classi tecnologiche a 7 digit che le compongono, identificando quelle più e meno rare (Fig.15). Escludendo dal ranking tutte quelle classi brevettuali che riportano meno di 100 brevetti nell'ultimo quadriennio disponibile (2014-2018), il dato è qui costruito come media annuale degli indici di rarità riferiti al medesimo periodo.

Si contraddistinguono per maggiore rarità specialmente le sotto-classi tecnologiche del settore H04W, mentre quelle riconducibili all'ambito H04L si collocano su valori inferiori. Più nel dettaglio, i tre domini tecnologici più rari sono: **H0W056** (Synchronization arrangements), **H0W060** (Affiliation to network) e **H0L007** (Arrangements for synchronising receiver with transmitter). Al contrario, le tre tecnologie più diffuse in questo ambito, con indici compresi tra 0,71 e 0,68, corrispondono alle classi **H04L012** (Data switching networks), **H04L029** (Arrangements, apparatus, circuits or systems) e **H04L009** (Arrangements for secret or secure communication).

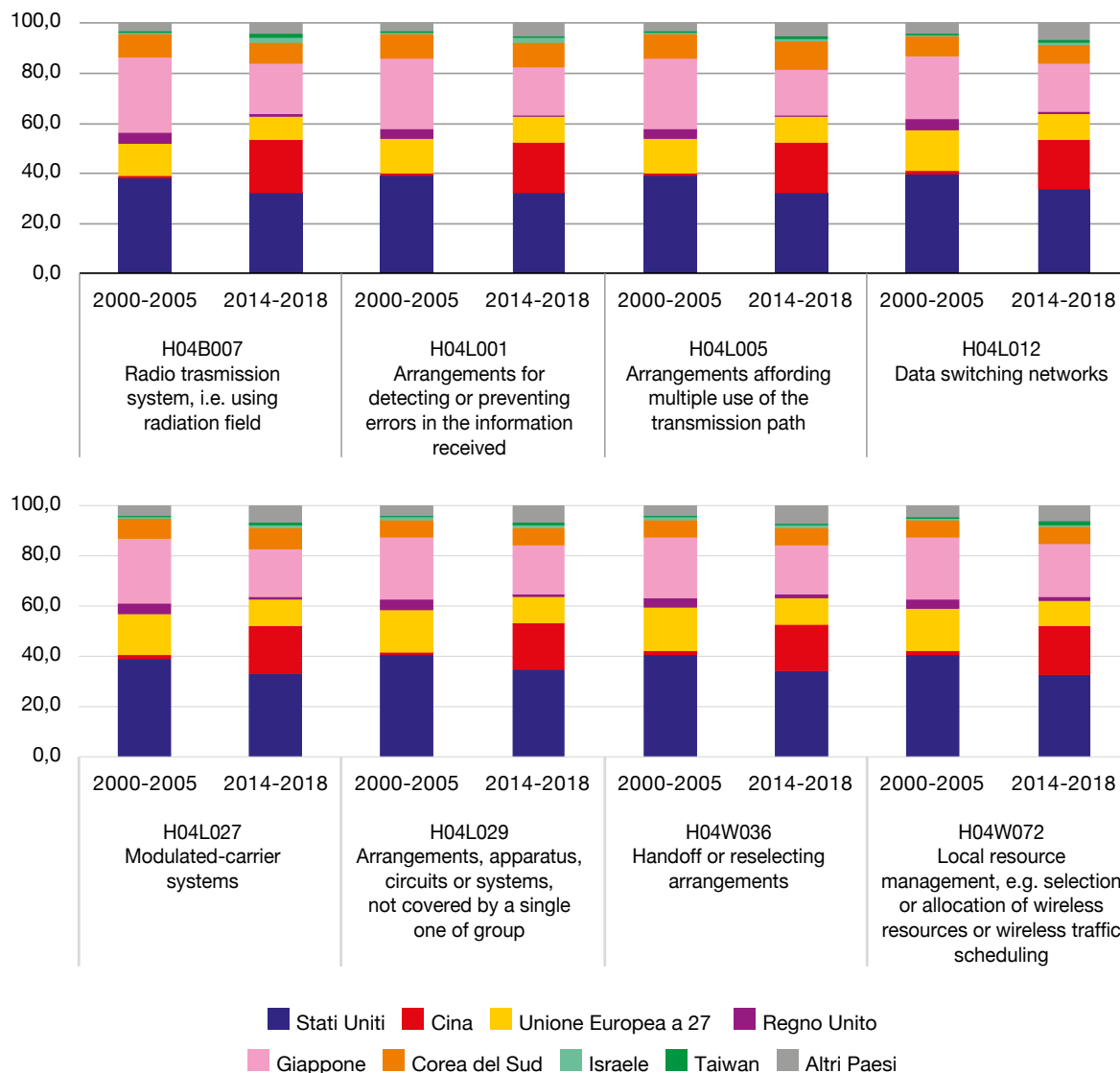
Anche per questa sezione, sono state calcolate, rispettivamente per i periodi 2000-2005 e 2014-2018, le incidenze percentuali dei paesi nelle attività di brevettazione relative a specifici ambiti tecnologici, selezionati tra i domini H04W e H04L, come quelli più strategici (Fig.16). Anche in questo caso, si riconferma l'ascesa della Cina che per tutti i campi considerati raggiunge quote significative che si attestano attorno al 20%. Ad arretrare sono gli altri grandi players, come Stati Uniti, Giappone, gli stati membri dell'Unione Europea e, in misura ancora maggiore, il Regno Unito.

Figura 15. Indici di rarità nelle tecnologie 5G-related. Media anni 2014-2018



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Figura 16. Distribuzione dei brevetti nelle principali tecnologie 5G-related. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

6.2 Le tecnologie relative all'edge computing

L'analisi prosegue con l'ambito edge computing. In particolare, si analizza la classe brevettuale G06F (electric digital data processing) della classificazione IPC. In questa classe trovano applicazione gran parte delle invenzioni che rientrano in questo settore, in quanto relative all'esecuzione automatica nel trattamento delle informazioni tramite programmi e procedure prestabilite.

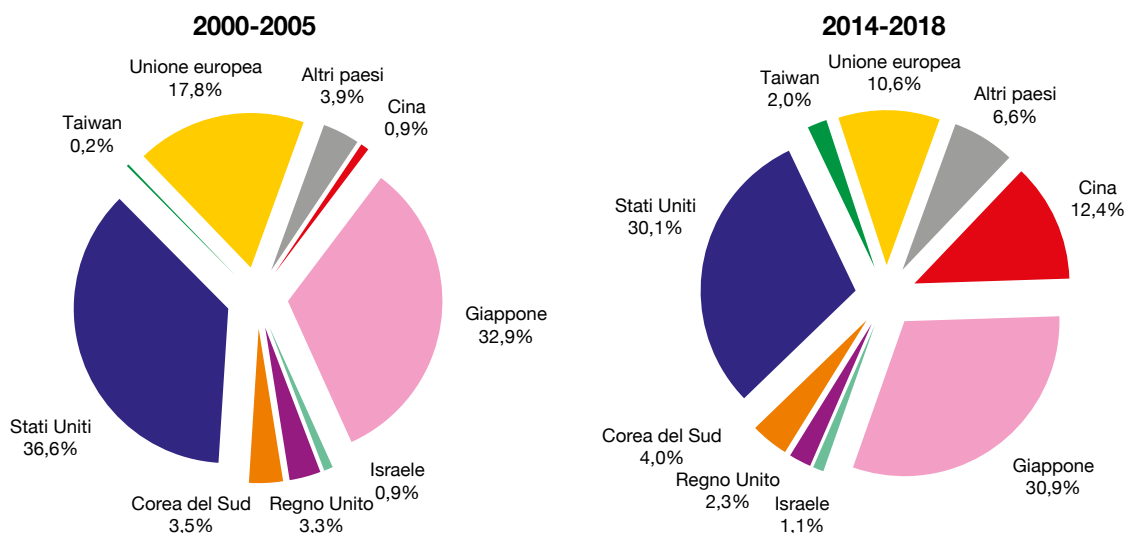
Considerando la classe G06F nel complesso, l'area asiatica è quella ad affermarsi con maggior forza negli anni più recenti (Fig.17). Nello specifico, il ruolo della Cina cresce al 12,4% di brevetti G06F sul totale mondiale. Crescono Corea del Sud che guadagna terreno rispetto ai primi anni 2000, attestandosi nel periodo 2014-2018 a quota 4% e Taiwan, che passa dallo 0,2% al 2%. Viceversa, sono le economie occidentali ad arretrare in termini di share globali. Gli Stati Uniti, pur mantenendo

do la leadership in termini di quote, in questo settore perdono 6,5 punti percentuali.

L'Unione Europea nel suo complesso fa segnare un forte calo con una quota che passa dal 17,8% al 10,6%, dietro la Cina. Più stabile invece il dato giapponese che, rispetto agli altri maggiori players, mostra una maggiore resilienza, assorbendo anche nel periodo più recente poco meno di un terzo dei brevetti nell'electric digital data processing.

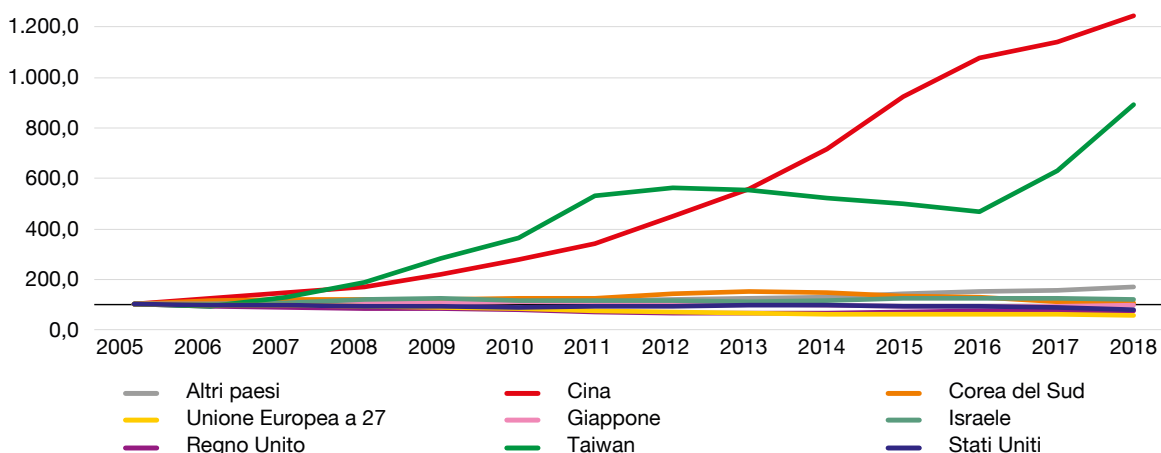
La Figura 18 consente di osservare la crescita tecnologica in questo campo di Cina e Taiwan. La prima fa registrare nel periodo 2005-2018 una crescita in termini di quote superiore al 1.200%, mentre la seconda registra un incremento di poco inferiore al 900% rispetto al dato del 2005.

Figura 17. Distribuzione dei brevetti della classe G06F (Electric Digital Data Processing) per le principali economie. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Figura 18. Numeri indice delle quote di brevetti della classe G06F per paese. Anni 2005-2018 (numeri indice con base 2005=100)

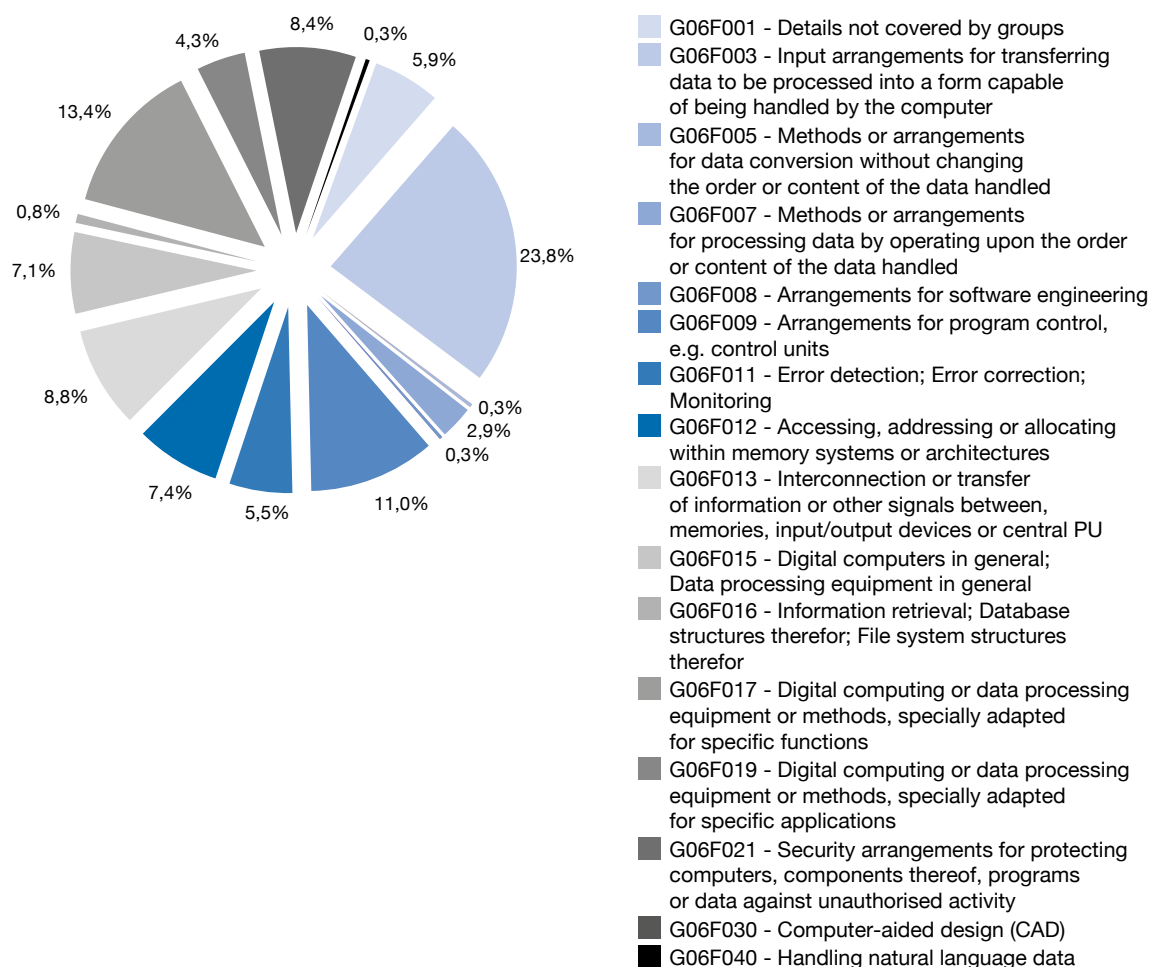


Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Seguendo lo schema proposto per la sezione precedente, la Figura 19 mostra la composizione in quote percentuali delle sotto-categorie della classe G06F a un livello di dettaglio di 7 digit della classificazione IPC. Il contributo appare rilevante per la maggioranza delle sotto-categorie che lo compongono, fatta eccezione nei casi in cui non si supera l'1% (i.e. G06F007, G06F040, G06F019). La categoria più popolata, con il 23,8% dei brevetti sul totale della classe aggregata, è la **G06F003** (Input arrangements for transferring data to be processed into a form capable of being handled by the computer), seguita dalla **G06F017** (Digital computing or data processing equipment or methods) e dalla **G06F009** (Arrangements for program control) con, rispettivamente, il 13,4 e l'11% delle quote sul totale.

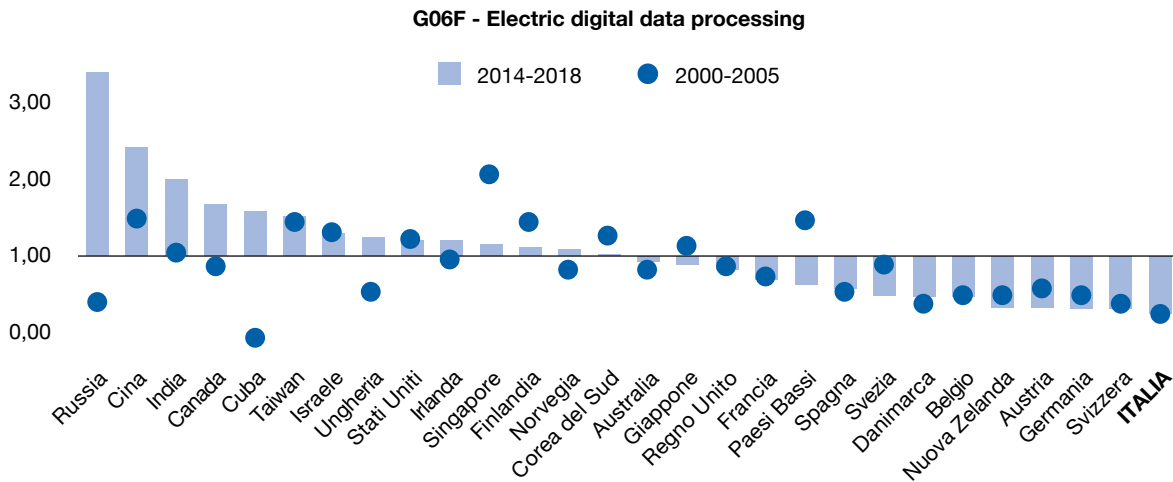
Considerando gli indicatori di vantaggio tecnologico rivelato, calcolati per tutte le classi della G06F nel complesso, da notare la crescita in termini di specializzazione della Russia con un indice 2014-2018 di poco inferiore a 3,5 (Fig.20). Con un valore RTA ben superiore a 2, la Cina si posiziona al secondo posto, davanti a India e Canada. Da evidenziare l'ultima posizione occupata dall'Italia, che per entrambi i periodi considerati, fa registrare RTA sotto l'unità. Come già sottolineato, l'ottimo posizionamento dell'Italia in termini di varietà (numero di RTA superiori all'unità), si accompagna a svantaggi comparati rilevanti in settori chiave come questo analizzato.

Figura 19. Composizione per categorie di brevetti della classe G06F. Anni 2000-2018 (valori percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Figura 20. Indici di specializzazione nelle tecnologie G06F per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (media annuale)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

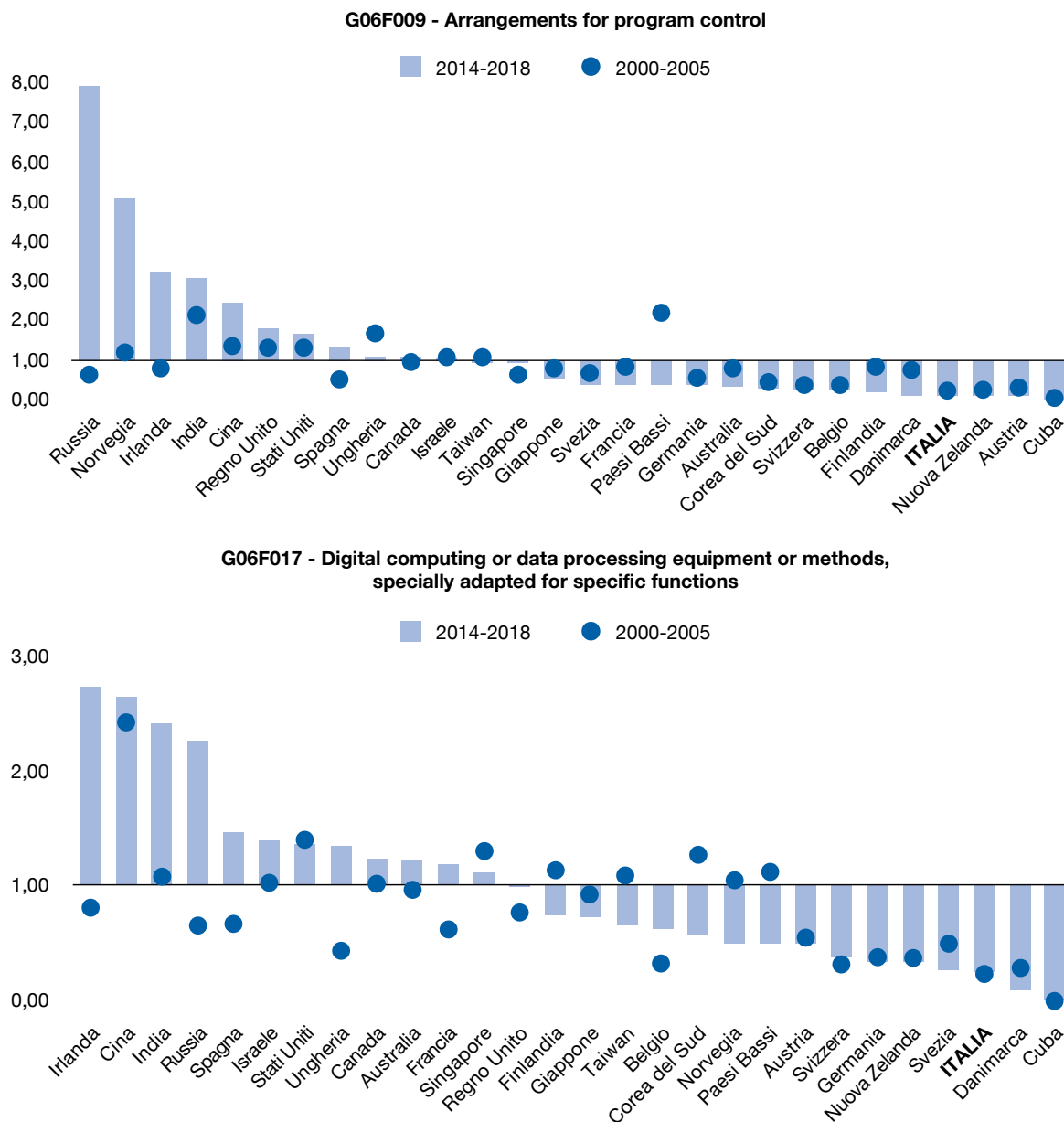
Tra le sotto-categorie della G06F, le classi **G06F009** (Arrangements for program control) e **G06F017** (Digital computing or data processing equipment or methods) risultano quelle più rilevanti per l'edge computing. Guardando all'indice di vantaggio comparato (Fig.21), i paesi che registrano una maggiore specializzazione sono Russia, con un RTA di poco inferiore a 8, Norvegia e Irlanda, con RTA rispettivamente uguali a 5 e a 3. Per i tre appena citati, ma anche per la maggior parte dei restanti paesi, è interessante evidenziare il fatto che nel periodo 2000-2005 gli indici tendevano ad essere abbastanza omogenei. Maggiore eterogeneità si riscontra invece negli anni 2014-2018, con paesi come Irlanda, Cina e India, che tendono a specializzarsi in questo campo.

Per ciò che concerne la rarità delle tecnologie ricomprese nella classe G06F (Fig.22), va segnalata l'elevato indice della categoria **G06F040** (Handling natural language data) che tuttavia è piuttosto trascurabile in termini di numerosità dei brevetti depositati: sono circa 306 i depositi brevettuali rispondenti a questa categoria nel periodo 2014-2018. Segue, per rarità, la categoria **G06F008** (Arrangements for software engineering) già più

popolata rispetto alle precedenti con circa 1100 brevetti depositati nell'ultimo quinquennio considerato. Con un indice medio pari allo 0,79, la categoria **G06F007** (Methods or arrangements for processing data by operating upon the order or content of the data handled) si attesta in terza posizione con 864 brevetti depositati tra il 2014 e il 2018. Con il dato più basso (0,65), le competenze tecnologiche più diffuse in questo ambito sono relative alle sotto-classi **G06F017** (Digital computing or data processing equipment), **G06F021** (Security arrangements for protecting computer) e **G06F009** (Arrangements for program control).

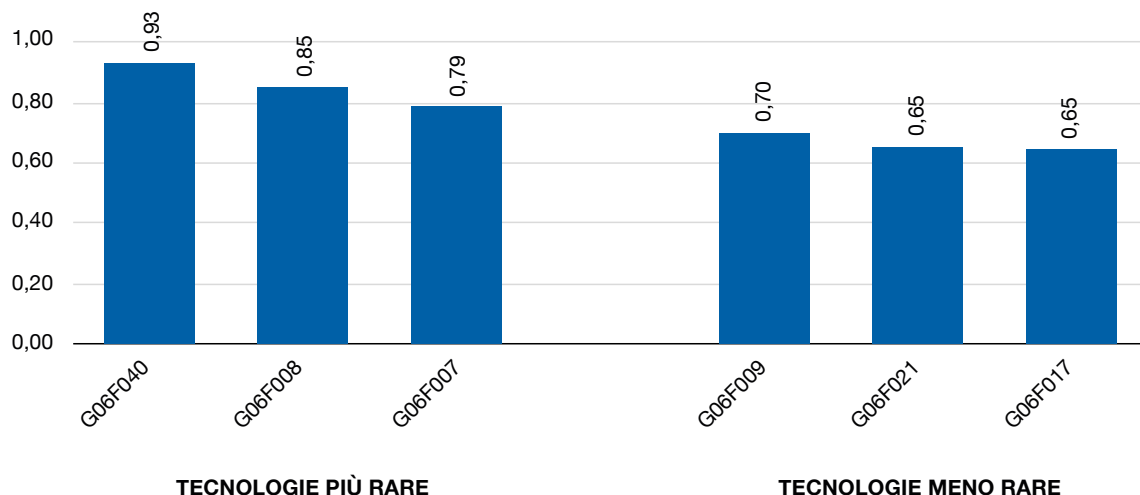
Infine, tornando a focalizzarci sulle tecnologie G06F009 e G06F017 che, come già affermato, all'interno della classe G06F sono quelle in cui confluiscono la maggior parte dei brevetti riferibili all'edge computing, è utile osservare le quote brevettuali per paese (Fig.23). Come visto per la precedente sezione, emerge la crescita della quota della Cina e la contrazione di USA, Unione Europea e Giappone. Da evidenziare la flessione più contenuta del Regno Unito che, in confronto al caso precedente, perde meno terreno in termini di incidenza della rispettiva quota sul totale.

Figura 21. Indici di specializzazione nelle principali tecnologie dell'edge computing per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018



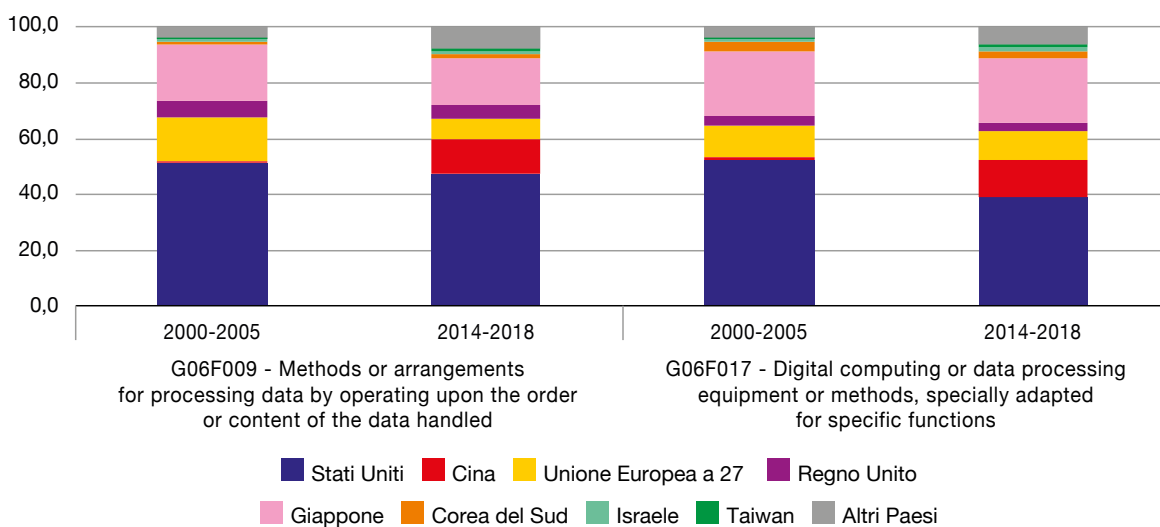
Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

**Figura 22. Indici di rarità nelle tecnologie G06F.
Media anni 2014-2018**



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

**Figura 23. Distribuzione dei brevetti nelle principali tecnologie dell'edge computing.
Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)**



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

6.3 Le tecnologie Covid-related

La situazione emergenziale causata dall'epidemia da COVID-19 ha posto con forza al centro del dibattito internazionale la capacità dei paesi di saper rispondere in maniera efficace e tempestiva a situazioni pandemiche difficilmente prevedibili con adeguate cure e coperture vaccinali. In un recente documento

pubblicato dal WIPO (World Intellectual Property Organization) sono state elencate tutte le classi brevettuali direttamente e indirettamente connesse al tema COVID-19, con un livello di dettaglio particolarmente granulare⁽²⁴⁾ (Tab. 1).

²⁴ <https://patentscope.wipo.int/search/en/covid19.jsf>

Tabella 1. Domini tecnologici Covid-related

Category	IPC Classification 7 digit
Artificial respiration	A61H031; A61M016
Diagnostic	A61B001 A61B001 A61B003 A61B005 A61B006 A61B007 A61B008 A61B009 A61B010 A61B013 A61B016 C12Q001 G01N033
Disinfection	A61L002 A61L009 F24F003
Medical Equipment	A61B050; A61M001; B25J009; C12M003
Medical facilities and trasport	A61G003; A61G010; A61G012
Medical treatment	A61K045
Medical treatment/Prophylactic	A61K031; A61K033; A61K035; A61K036; A61K038; A61K039, C07K014; C12N007 C12N015; C12R001
Medical treatment/Therapeutic	A61P011; A61P031; A61P033; C07H021; C07K016; C12P019

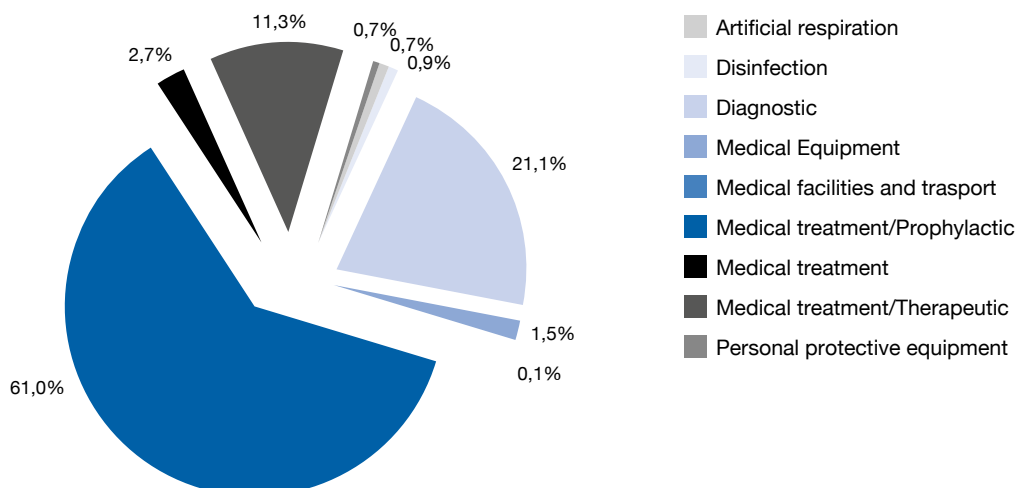
Fonte: WIPO

A partire da questa classificazione, è stato possibile ricostruire il posizionamento dei paesi nel dominio tecnologico c.d. Covid-related, con particolare riferimento alla ricerca medica nel campo delle vaccinazioni: i.e. Medical treatment; Medical treatment/Prophylactic; Medical treatment/Therapeutic. Come mostrato in Fig.24, in queste tre categorie rientra il 75% delle invenzioni brevettuali Covid-related mentre, fatta eccezione per il gruppo Diagnostic che pesa per più del 20%, le restanti sezioni risultano piuttosto marginali.

Per realizzare questo esercizio sono state considerate tutte le famiglie brevettuali registrate con i codici IPC riportati in Tab. 1. Le elaborazioni mostrano come gli Stati Uniti si pongano in una condizione di elevata forza relativamente alle tecnologie "Covid-related" considerate in aggregato. Tra il 2014 e il 2018, infatti, fatto 100 il totale dei brevetti depositati per queste tecnologie, il 44,1% fa riferimento a inventori statunitensi (Fig.25).

I 27 paesi dell'UE complessivamente considerati registrano una quota pari al 18,4%; il

Figura 24. Composizione per categorie di brevetti Covid-related. Anni 2000-2018 (valori percentuali)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Giappone, a fronte di una quota complessiva di brevetti (in tutte le classi) pari al 36,5% registra un valore riferito alle tecnologie “Covid-related” pari al 15,1%.

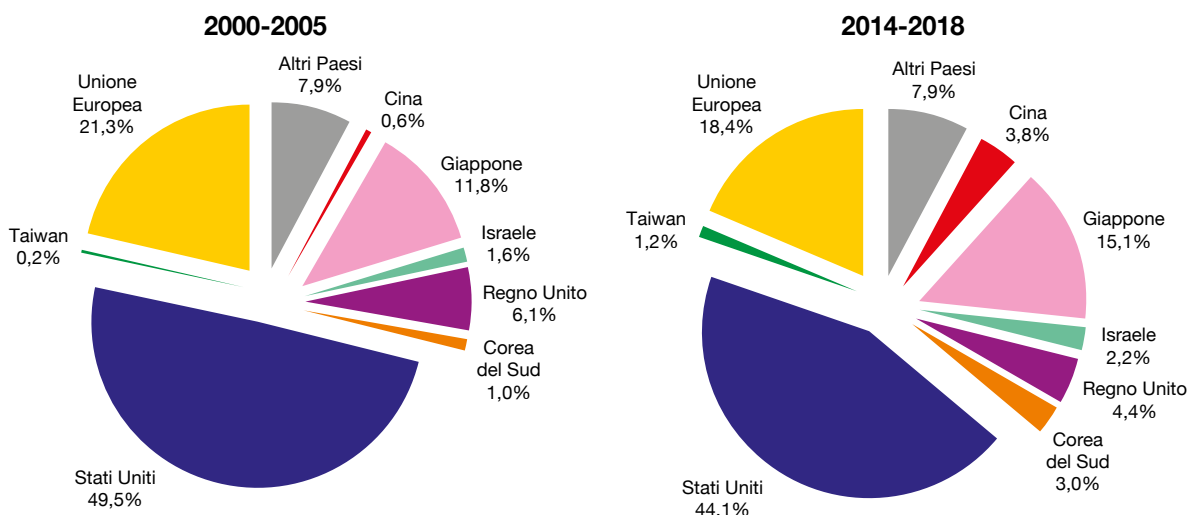
In questo quadro, gli Stati Uniti si confermano anche per gli anni più recenti, la maggior forza in termini di brevetti mentre, diversamente da quanto si osserva negli altri campi, il peso dei paesi asiatici non cresce vertiginosamente, con il Giappone che mantiene un ruolo secondario anche rispetto alla UE e la Cina che non replica, come per le restanti aree, la stessa “ascesa tecnologica”. Da evidenziare il posizionamento del Regno Unito che, rispetto all’aggregato totale, assorbe una quota quasi doppia dei brevetti depositati nelle tecnologie Covid-related. Nei due periodi considerati infatti, l’UK registra rispettivamente il 6,1% (2000-2005) e il 4,4 (2014-2018) delle invenzioni brevettate in questo campo.

La Figura 26 riporta la crescita in termini di numeri indice delle quote brevettuali delle maggiori economie per gli anni 2005-2018. In dettaglio, con una crescita superiore al 500%, la Cina raggiunge il 3,8% dei brevetti sul totale mondiale. Simili, ma meno marcati, i trend di crescita di Corea del Sud e Taiwan.

Considerando gli indici RTA riportati in Figura 27, si osserva che i paesi maggiormente specializzati nelle tecnologie “Covid-related” sono Cuba (con una quota sul totale brevetti del paese 2,78 volte più grande dell’analogo valore registrato a livello mondiale), Israele (1,91) e Australia (1,8). Da sottolineare che l’elevata specializzazione di Cuba si sta riflettendo nella circostanza che, allo stato attuale, questo paese ha ben 4 vaccini in fase di sperimentazione.

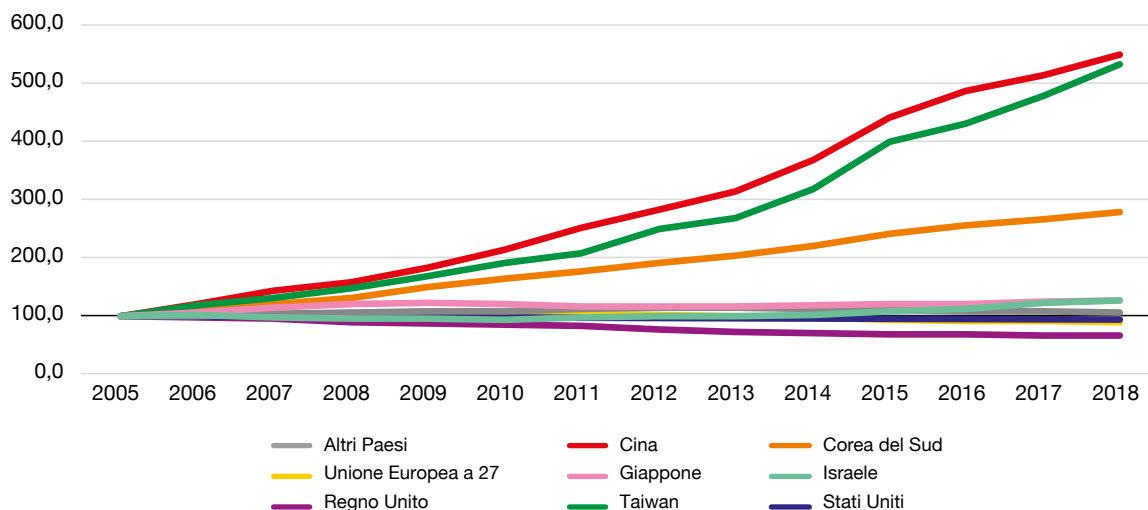
Nel complesso, oltre i tre appena citati, si registrano altri dodici paesi con un RTA maggiore di uno e, quindi, una specializzazione di campo. Tra questi, il Regno Unito (1,37) e gli Stati Uniti (1,35) sono i più importanti. Specializzazioni che, in questi due casi, si accompagnano a quote brevettuali altrettanto rilevanti. La Cina, invece, registra una dinamica in controtendenza con quanto osservato per la generalità delle tecnologie, con un indice di specializzazione sceso dall’1,10 del periodo 2000-2005 allo 0,67 degli ultimi cinque anni disponibili (2014-2018).

Figura 25. Distribuzione dei brevetti “Covid related” per le principali economie. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)



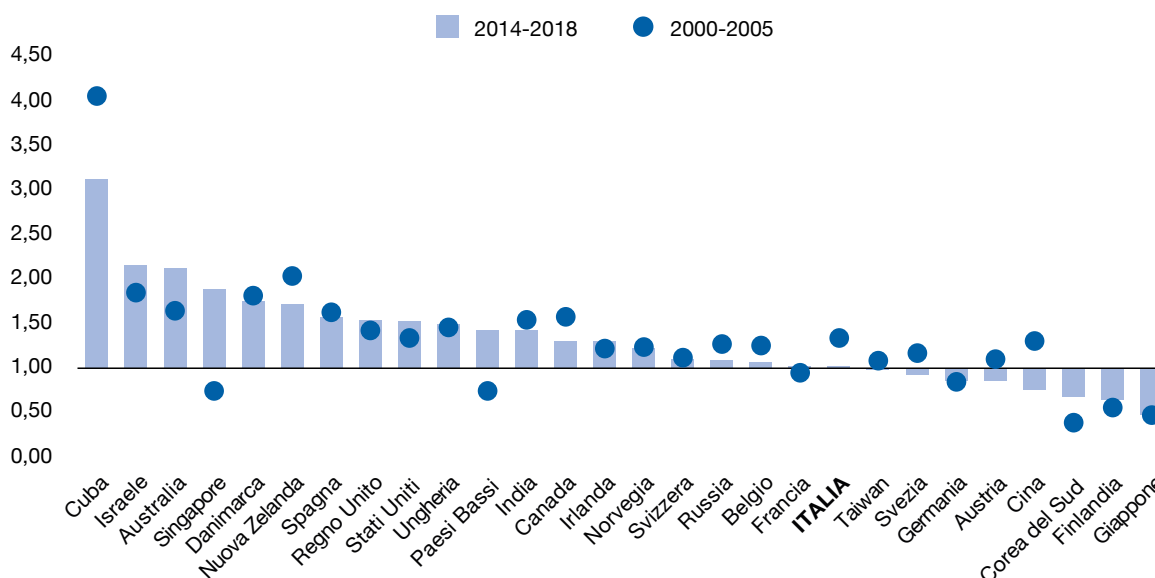
Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Figura 26. Numeri indice delle quote di brevetti Covid-related per paese. Anni 2005-2018 (numeri indice con base 2005=100)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Figura 27. Indici di specializzazione nelle tecnologie Covid-related per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (media annuale)

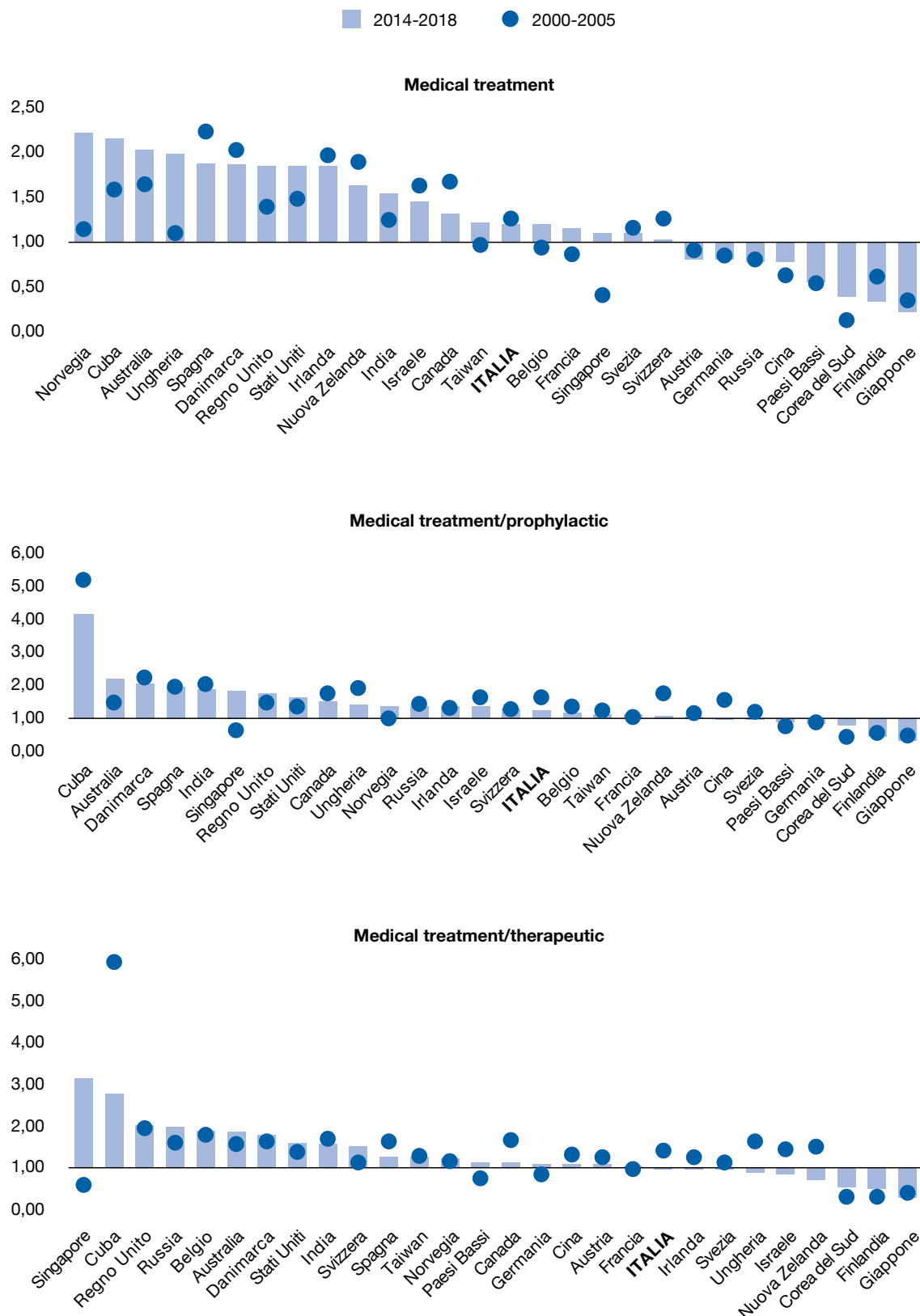


Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

Aumentando il grado di dettaglio dell'analisi, tra le nove categorie in cui è possibile suddividere le tecnologie brevettuali "Covid-related", tre sono di maggiore importanza, per il valore assoluto di brevetti e per l'affinità con il tema vaccini, la cui rilevanza è esponenzialmente cresciuta, proprio per via dello scoppio della pandemia (Fig.28). Sono brevetti relativi alle sezioni IPC: medical treatment; medical

treatment/prophylactic e medical treatment/therapeutic. In questo ambito, tra i paesi più rilevanti in termini di quote brevettuali sono Regno Unito e gli Stati Uniti a mostrare i più alti livelli di specializzazione, in crescita nel periodo di osservazione. Da segnalare come l'Italia registri un indice superiore a 1 che, quindi, sancisce una specializzazione brevettuale nella categoria analizzata.

Figura 28. Indici di specializzazione nei principali gruppi Covid-related per paese. Anni 2000-2005 e 2014-2018 (media annuale)



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

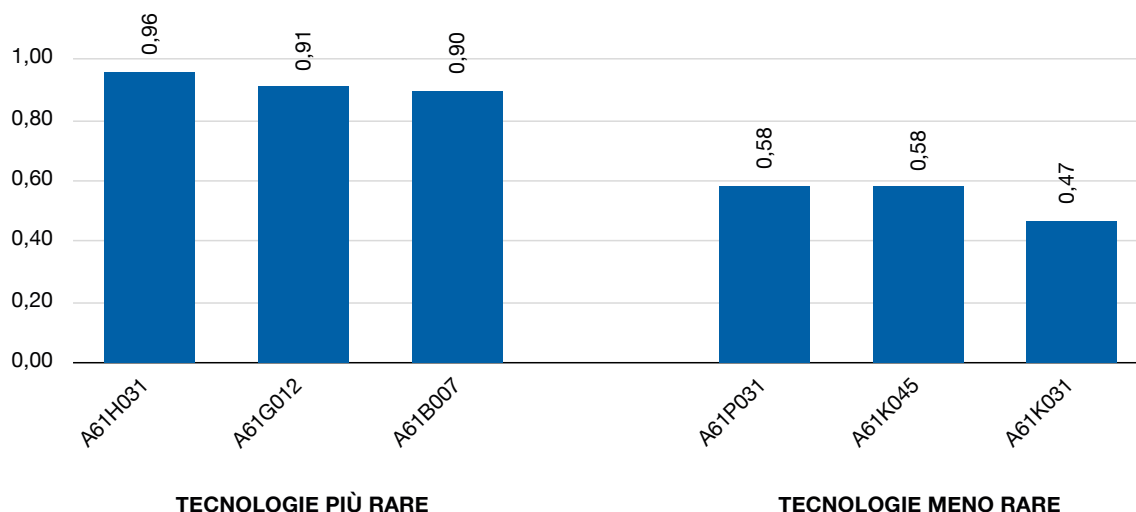
Per ciò che concerne la rarità dei domini tecnologici riconducibili all'ambito Covid, la Figura 29 presenta una classifica delle classi brevettuali più e meno rare.

In particolare, con indici di rarità compresi tra 0,96 e 0,90, i tre domini tecnologici più rari, e quindi da analizzare con attenzione nella prospettiva della Sovranità Tecnologica, sono: **A61H031** (Artificial respiration or heart stimulation, e.g. heart massage), **A61G012** (Medical facilities and transport, i.e. Accommodation for nursing) e **A61B0071** (Instruments for performing medical examinations of the interior of cavities). Tra le tecnologie meno rare, con indici di rarità tra lo 0,58 e lo 0,47, troviamo: **A61P031** (Antiinfectives, i.e. antibiotics, antiseptics, chemotherapeutics), **A61K045** (Medicinal preparations containing materials or reaction products) e **A61K031** (Medicinal preparations containing peptides).

La sezione si conclude con la Figura 30 che riporta, fatto 100 il numero di brevetti depositati nei due periodi 2000-2005 e 2014-2018, le quote percentuali per paese. Si considerano tre ambiti tecnologici specifici, particolarmente strategici nel campo della ricerca medica: **A61K039** (Medicinal preparations containing antigens or antibodies), **C07K014** (Peptides having more than 20 amino acids; Gastrins; Somatostatins; Melanotropins; Derivatives thereof + from viruses + RNA viruses + Coronaviridae, e.g. avian infectious bronchitis virus) e **C07K016** (Immunoglobulins, e.g. monoclonal or polyclonal antibodies). Per tutti e tre i casi, si conferma la leadership degli Stati Uniti che si rafforza nel periodo più recente.

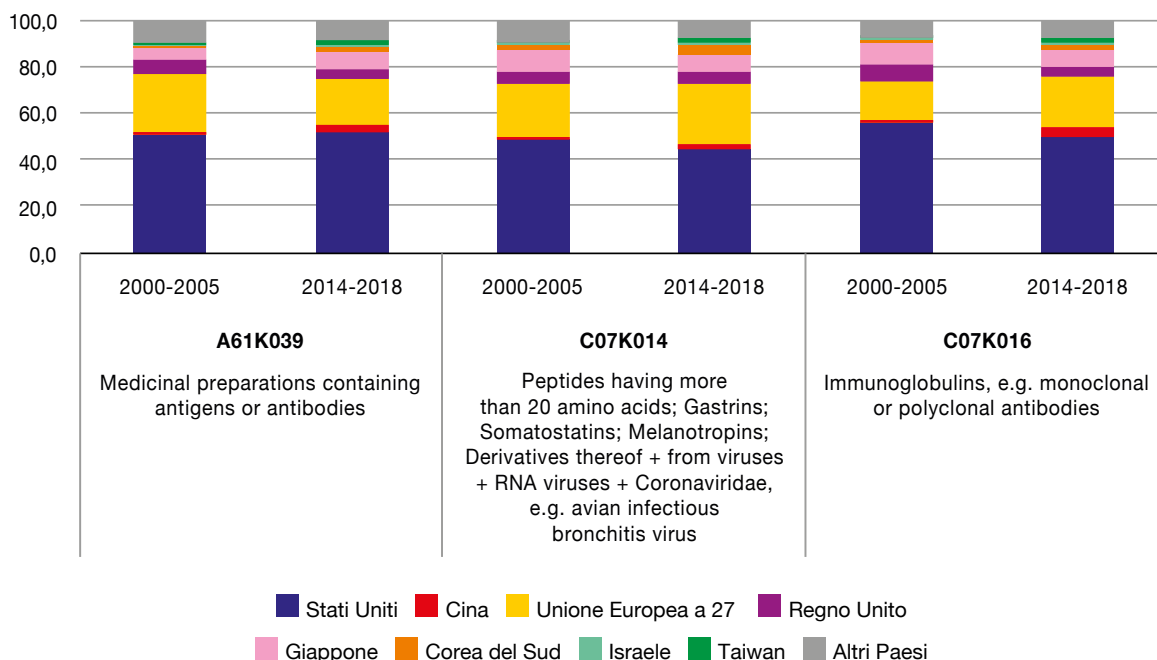
Si contraggono invece le quote di Giappone e Unione Europea, mentre rimane piuttosto stabile il contributo del Regno Unito e non meno importante il ruolo di Israele, specialmente alla luce della sua ridotta popolazione. Meno rilevanti in questi settori specifici le quote delle economie emergenti, Cina, Corea del Sud e Taiwan.

**Figura 29. Indici di rarità nelle tecnologie Covid-related.
Media anni 2014-2018**



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

**Figura 30. Distribuzione dei brevetti nelle principali tecnologie Covid-related.
Anni 2000-2005 e 2014-2018 (quote percentuali)**



Fonte: elaborazioni CED su dati REGPAT-OECD

7. Conclusioni e indirizzi di policy

L'analisi presentata in questo rapporto ha messo in luce la rilevanza del tema della Sovranità Tecnologica e l'esigenza di adottare una strategia in merito a livello europeo. Il position paper ha articolato il tema fornendo chiarimenti riguardo alla definizione dei concetti chiave e proponendo un percorso per definire e implementare una strategia sulla Sovranità Tecnologica. Nell'ambito di questo percorso è stato fornito un contributo metodologico per l'esame del posizionamento dei vari paesi nei settori tecnologici identificati come strategici. L'analisi esemplificativa prodotta ha consentito di individuare, anche a livello molto dettagliato, casi in cui le competenze tecnologiche dell'Unione Europea non sembrano tenere il passo con i maggiori player mondiali. L'analisi originale della "rarietà" in termini di specializzazioni tecnologiche ha fornito inoltre indicazioni su possibili aree su cui focalizzare l'attenzione poiché potenzialmente critiche dal punto di vista dei problemi legati alla dipendenza dall'esterno.

Gli elementi discussi consentono, infine, di delineare alcuni indirizzi di policy lungo cui orientare le azioni a livello nazionale ed europeo, per raggiungere il livello desiderato di Sovranità Tecnologica. Si tratta di azioni di sistema in grado di sostenere le dinamiche di mercato a favore della strategia della sovranità. La sfida è quella di definire una strategia europea condivisa su questo tema, attraverso un percorso che parta da una definizione comune del concetto stesso di Sovranità Tecnologica e dalla conseguente identificazione delle tecnologie critiche. Su questo è opportuno incrementare gli sforzi per realizzare un percorso coordinato, che partendo dai lavori di tavoli settoriali coordinati a livello europeo giunga alla definizione di criteri il più possi-

bile omogenei, tenuto conto delle specificità settoriali. Una volta definiti gli obiettivi, i paesi membri dovranno contribuire a definire e realizzare la strategia europea per la quale qui si propongono le seguenti direttrici di policy.

1. Rafforzare il sistema della ricerca e dell'innovazione italiano ed europeo.

Il primo pilastro per una crescita della Sovranità Tecnologica è rappresentato dal rafforzamento del sistema della ricerca e dell'innovazione italiano ed europeo. Come già sottolineato non si tratta di puntare alla leadership tecnologica in tutti i campi ma di **costruire un sistema della ricerca e dell'innovazione in grado di generare conoscenza di frontiera nelle aree ritenute strategiche; di acquisire e riutilizzare conoscenza sviluppata altrove; di realizzare solide partnership internazionali con attori ritenuti affidabili.**

L'attuale contesto scientifico e tecnologico è caratterizzato da una crescente complessità e trasversalità delle tecnologie, anche associata alla trasformazione digitale in atto. Questo attribuisce un ruolo fondamentale alle politiche pubbliche nel migliorare non solo la qualità degli elementi che costituiscono l'eco-sistema dell'innovazione, ma anche quella delle interazioni e degli scambi di conoscenza tra gli stessi. L'accresciuta complessità della conoscenza accresce la difficoltà di sviluppare in autonomia nuova conoscenza e sancisce la necessità di integrare elementi derivanti da campi diversi del sapere scientifico e tecnologico.

Servono quindi politiche di sistema in grado di garantire flussi di interazioni qualificate tra i diversi elementi che compongono i sistemi della ricerca e dell'innovazione. Inoltre, le leve di policy devono operare simultaneamente sia dal lato dell'offerta (**technology-push**), attraverso ad esempio il finanziamento di progetti di ricerca e innovazione, la formazione di ca-

pitale umano, la creazione di infrastrutture di ricerca, poli di eccellenza e incentivi al trasferimento delle conoscenze tecnologiche, sia dal lato della domanda (**demand-pull**). Questo in particolare tramite lo strumento del public procurement innovativo a cui potrebbero essere applicate delle “clausole di sovranità”, nel caso siano coinvolte informazioni sensibili. In tale ambito, ad esempio, potrebbero essere introdotti dei principi secondo cui le pubbliche amministrazioni si debbano approvvigionare di beni e servizi digitali rivolgendosi ad imprese che rispettino i principi etici e di data sovereignty definiti in ambito europeo.

D'altra parte, la trasversalità e la complessità della conoscenza suggeriscono inoltre l'adozione di strategie innovative in un'ottica di modello aperto, che favoriscano partnership pubblico-privato anche in campi lontani da quello in cui si opera.

2. Sviluppare uno spazio digitale europeo tecnologicamente avanzato, sicuro e competitivo.

Le tecnologie digitali impatteranno in maniera sempre più forte tutti i settori dell'economia e della società. Come indicato nel Libro Bianco sull'Economia Digitale del CED (2020), è necessario sviluppare un sistema di politiche coerenti per l'utilizzo dei dati, incrementando lo sviluppo delle competenze scientifiche; rimuovendo gli ostacoli per la creazione di un mercato unico digitale; stimolando gli investimenti nelle tecnologie basate sui dati; rendendo i dati pubblici e accessibili; promuovendo lo sviluppo di infrastrutture tecnologiche competitive e sviluppando una legislazione chiara e coerente soprattutto rispetto ai profili di privacy e di sicurezza, della proprietà e del trasferimento dei dati.

La sovranità digitale europea passa per la costruzione di un sistema in grado di assicurare ai cittadini, imprese e Stati nazionali il control-

lo dei dati prodotti, le necessarie conoscenze tecnologiche e innovative in campo digitale, la capacità di contribuire a definire e attuare le legislazioni in materia digitale in campo internazionale. È importante sottolineare come da un lato una maggiore sovranità digitale europea richieda sforzi coerenti a partire dai singoli Paesi membri, ma che anche la tutela delle esigenze di sovranità nazionali dovrà essere necessariamente realizzata attraverso forme di **maggiore integrazione a livello europeo**. Questo è il perimetro in cui dovrà essere definita e strutturata una **strategia italiana sulla sovranità digitale** in cui siano dichiarate le politiche industriali mirate a: i) rafforzare i settori strategici dedicati alla trasformazione digitale; ii) ridurre la dipendenza italiana da paesi esteri; iii) esercitare un ruolo attivo all'interno del mercato digitale europeo.

In uno scenario in cui l'Europa ha accumulato nel tempo rilevanti ritardi (CED, 2020), occorre sfruttare tutte le risorse disponibili a livello nazionale ed europeo per **investimenti di frontiera in settori decisivi come, tra gli altri, il calcolo ad alte prestazioni (high-performance computing), la cybersecurity, l'intelligenza artificiale, l'IoT**. In particolare, l'analisi brevettuale qui proposta ha evidenziato la debolezza dei paesi europei in settori tecnologici chiave come quelli relativi al 5G e allo sviluppo dell'edge computing, aree in cui soprattutto l'Italia mostra una forte de-specializzazione. Questi risultati dovrebbero stimolare l'Italia, che come evidenziato dall'analisi ha competenze tecnologiche più diffuse rispetto agli altri paesi, a concentrare gli sforzi sui settori ritenuti prioritari e a recuperare i gap accumulati grazie a interventi di politiche industriali e scientifiche mirate e continuative.

Rispetto a questo è importante che anche all'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza vengano destinate risorse sufficienti allo sviluppo delle tecnologie edge,

cloud, 5G e Open RAN⁽²⁵⁾, che sono ormai riconosciute come tecnologie cruciali per lo sviluppo del Paese. In questa prospettiva, lo sviluppo di una filiera nazionale di tecnologie di rete innovative, oltre a evitare un'eccessiva dipendenza dalle catene di approvvigionamento globali nel settore delle comunicazioni, permetterebbe all'Italia di sviluppare in autonomia partnership locali con imprese campioni del settore del made in Italy, un asset decisivo in chiave competitività paese.

In parallelo, le iniziative volte a costruire un'infrastruttura di dati e cloud europea per rafforzare la sovranità dei dati in Europa, e affrontare il fatto che, a oggi, il mercato del cloud e dell'archiviazione dei dati è quasi esclusivamente dominato da fornitori non europei, appaiono di grande rilevanza e meritevoli di sostegno. Il progetto Gaia-X, iniziativa sul cloud europeo, promossa da Germania e Francia, che prevede un'ampia partecipazione di aziende italiane, propone di sviluppare requisiti comuni per un'infrastruttura di dati federata e aperta basata sui valori europei. In tale contesto, i principi di Security by design e Privacy by design assumono una rilevanza strategica per lo sviluppo di un ecosistema europeo. In particolare, l'architettura di Gaia-X pone al centro soluzioni di Identity&Trust e la compliance normativa, per assicurare sicurezza, trasparenza e aderenza alle normative nello scambio di dati tra differenti fonti.

In linea con la strategia europea sui dati, è opportuno favorire lo sviluppo di ulteriori azioni a livello UE, come ad esempio la European

Alliance for Industrial Data and Cloud, al fine di promuovere l'implementazione di un'infrastruttura cloud a livello europeo con standard cloud comuni, un'architettura di riferimento e requisiti di interoperabilità. Rispetto a questo, è importante sostenere con opportuni strumenti la partecipazione di imprese italiane a tali iniziative.

D'altra parte, la sfida per l'Unione consiste nel promuovere nuovi standard e pratiche che garantiscano la sicurezza europea e che i prodotti e i servizi siano affidabili e controllabili, anche se di origine straniera, in linea con i valori e i principi dell'UE. Questo approccio richiederà lo sviluppo di una serie di nuovi strumenti nei settori della sicurezza informatica, dell'intelligenza artificiale e della protezione dell'identità dei cittadini, dei dati personali ma anche di quelli commerciali, fondamentali per il mantenimento della competitività in settori strategici.

In particolare, è necessario agire nel campo della **cybersecurity** attraverso la definizione e l'implementazione di standard di sicurezza comuni. Un coordinamento insufficiente in materia di cybersecurity è stato identificato come una delle principali questioni da affrontare nell'ambito delle politiche europee. Su questo l'Italia è chiamata ad accelerare l'approvazione dei decreti e la loro successiva attuazione in materia di Perimetro di sicurezza nazionale cibernetica. Questi aspetti risultano rilevanti anche per promuovere il know-how tecnologico e la competitività industriale dell'Europa nelle reti 5G e verso sistemi di connettività intelligenti. Inoltre, l'UE potrebbe lavorare alla definizione di norme globali nel campo dell'IoT, per le quali gli standard sono ancora in gran parte assenti, e il cui sviluppo sarebbe velocizzato dall'esistenza di un framework di liability e di sicurezza omogeneo e certo.

Sarà inoltre importante sviluppare iniziative per **proteggere il potenziale delle start-up**

25 La tecnologia open RAN (Open Radio Access Network) permette di utilizzare nella rete di accesso mobile hardware non specializzato su cui poter installare moduli software realizzati da fornitori differenti. Oltre ad ampliare la platea dei fornitori, l'open RAN garantisce l'interoperabilità tra questi grazie alle interfacce standard aperte degli apparati. In questo ambito si segnala la O-RAN Alliance, iniziativa guidata da operatori mobili, vendor e istituti accademici, che si pone l'obiettivo di introdurre maggiore competizione nel segmento radio e il miglioramento dell'efficienza nella realizzazione della rete 5G.

tecnologiche europee e delle piccole e medie imprese (PMI), specie in ambito digitale. Nuovi strumenti dell'UE potrebbero essere adottati per raggiungere la convergenza nei meccanismi di controllo degli investimenti esteri e per valutare le acquisizioni di società dell'UE ad alta tecnologia.

Infine, si segnala che ancora non si è realizzato un accordo a livello europeo sulla tassazione in ambito digitale. Si tratta di individuare un meccanismo per legare la tassazione del cosiddetto e-reddito a un concetto nuovo, sganciato dalla fisicità e corporeità proprie della tradizionale nozione di "stabile organizzazione" e fondato, invece, su indicatori diversi quali, ad esempio, i ricavi derivanti tanto dalla fornitura di servizi digitali, quanto dal numero degli utenti e dai contratti conclusi on-line. Tale tributo consentirebbe di attenuare le distorsioni alla concorrenza nel mercato digitale globale, dominato dalla presenza di grandi piattaforme digitali extra-europee, con vantaggi competitivi rappresentati dall'accesso a una grande mole di dati e da minori imposizioni fiscali. Una tassazione applicata nei Paesi in cui vengono erogati i servizi digitali doterebbe l'Europa di risorse proprie e le consentirebbe altresì di ridurre l'aggravio in termini di contributi dei Paesi Membri al finanziamento del Quadro Finanziario Pluriennale, offrendo nuovi spazi e risorse per rafforzare ulteriormente la propria sovranità digitale.

3. Puntare sul rilancio del sistema produttivo italiano ed europeo per aumentarne l'autonomia, la competitività e la resilienza.

Come sottolineato in questo position paper, la Sovranità Tecnologica è funzionale all'Autonomia Strategica se le competenze tecnologiche si traducono in capacità innovative e produttive in grado di aumentarne la competitività internazionale nei settori chiave, l'indipendenza nelle decisioni in ambito di sicurez-

za e difesa, l'autonomia nelle scelte in campo economico e commerciale, la resilienza di fronte ad eventi avversi o a mutamenti del quadro geopolitico. In questo quadro, il contributo dell'Italia, seconda manifattura europea, può e deve essere di particolare rilievo.

a) Le politiche per il rafforzamento del sistema produttivo dei paesi europei sono molteplici. Qui se ne sottolineano due ad alto potenziale in termini di recupero della sovranità europea.

Le catene del valore strategiche dovrebbero diventare un elemento chiave della nuova politica industriale dell'Unione Europea. Le Strategic Value Chains (SVC) sono definite dalla Commissione Europea come "interlinked and integrated industrial activities with great potential to contribute to Europe's green and digital transformation and to improve Europe's industrial competitiveness"⁽²⁶⁾.

L'Unione Europea ha già identificato e lanciato delle iniziative coordinate per supportare tre catene del valore strategiche: batterie, calcolo ad alte prestazioni e microelettronica. Ma tali iniziative devono essere rafforzate ed estese ad altre catene del valore di importanza strategica, anche nel caso dei servizi, come ad esempio il Digital Trust. Per ognuna di esse occorre sviluppare piani di azione mirati per combinare misure a livello europeo relativamente alle materie prime, alla ricerca e all'innovazione, al finanziamento degli investimenti, alla regolamentazione, al commercio e allo sviluppo delle competenze.

26 Si veda il documento della Commissione Europea (2019): *Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry. Report of the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest*, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>.

Le misure volte a supportare le catene del valore strategiche e garantire il controllo europeo attengono quindi a differenti domini di policy e riguardano trasversalmente diversi strumenti europei come, ad esempio, gli IPCEI (Important Projects of Common European Interest), strumento previsto dalle norme sugli aiuti di Stato, che può essere utilizzato per rafforzare la competitività delle catene del valore strategiche quando si tratta di tecnologie innovative. Potrebbero inoltre essere resi disponibili anche finanziamenti alternativi o complementari che non costituiscono aiuti di Stato, come ad esempio quelli provenienti dalla Banca Europea per gli Investimenti (compreso il Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici) o da programmi UE a gestione centralizzata.

D'altra parte, poiché la relazione tra industria e servizi sta cambiando rapidamente con sempre maggiori interconnessioni, è importante che l'approccio adottato nei confronti delle catene del valore strategiche affronti anche la cosiddetta "terziarizzazione" dell'industria. Questo processo dovrebbe essere inclusivo al fine di massimizzare gli effetti positivi di spill-over. È necessario che sia aperto a tutti gli Stati Membri e alle aziende di tutte le dimensioni, rispettando gli obblighi internazionali dell'Unione Europea e dei singoli Stati Membri, in particolare nel quadro del WTO. Infine, è fondamentale che le piccole e medie imprese e le start-up siano attivamente incluse nelle catene del valore strategiche, in modo che questo possa aiutarle a collaborare e a crescere nel mercato unico dell'Unione Europea. Il processo riguarda l'intero ecosistema delle catene del valore strategiche, coprendo l'intero spettro dalla ricerca e sviluppo alla produzione e ai servizi correlati. L'idea è di mettere in comune tutte le risorse disponibili, sia pubbliche che

private, e promuovere la collaborazione interdisciplinare, intersettoriale e interregionale. L'identificazione delle catene del valore strategiche e la definizione delle politiche per promuoverle necessitano di elevate competenze e di un processo inclusivo guidato dalla Commissione Europea, ma che coinvolga gli Stati membri e le parti interessate.

- b) Lo sviluppo di catene del valore strategiche potrebbe innestarsi su azioni volte a favorire lo sviluppo di una piattaforma industriale europea. Le principali economie del vecchio continente detengono ancora un potenziale manifatturiero rilevante che include una componente ad alta tecnologia fortemente competitiva a livello internazionale (CED, 2019). Per sostenere e aumentare i vantaggi competitivi che tuttora alcuni settori strategici detengono, occorre necessariamente far leva sulle economie di scala (rilevanti sia nella produzione di beni materiali sia nella produzione di nuova conoscenza tecnologica) che soltanto una piattaforma manifatturiera di dimensione europea può generare. Una convergenza su una strategia comune in tal senso avverrebbe in un momento di grandi cambiamenti a livello industriale e consentirebbe di cogliere pienamente i vantaggi derivanti dalla digitalizzazione dei processi produttivi.

L'Italia, in considerazione della forte componente industriale all'interno del proprio sistema produttivo e del peso che riveste a livello europeo, ha il compito di svolgere un ruolo propulsivo in questo processo di convergenza. In tale prospettiva l'approccio Industry 4.0 deve essere rafforzato sia nell'ambito delle politiche nazionali sia nella logica di una politica industriale europea, che consentirebbe al Paese di abbandonare definitivamente un modello di crescita economica tradizionale basato sulla competitività di costo per puntare

su un modello fondato sulla competitività tecnologica, vero motore di crescita e sviluppo di lungo periodo.

4. Favorire la cooperazione tecnologica internazionale rafforzando il ruolo degli organismi multilaterali.

Nell'analisi del trade-off tra sovranità ed efficienza circa il livello ottimale di Sovranità Tecnologica a cui aspirare, si è argomentato come quest'ultima, nel mondo altamente interconnesso di oggi, dipenda da continui investimenti, innovazioni e benefici derivanti dalla cooperazione e dagli accordi con le altre potenze. È necessaria una divisione del lavoro, non solo nel contesto europeo, ma anche in quello internazionale, che può essere avviata, ad esempio, attraverso una cooperazione di ricerca a lungo termine. In tale cooperazione, la ricerca multilaterale deve essere condotta con partner che condividono un sistema valoriale comune e che hanno le competenze complementari rilevanti nelle tecnologie identificate come fondamentali. Questo abilita l'accesso congiunto a tali tecnologie ed evita dipendenze unilaterali, specie se le attività di cooperazione si svolgono in un contesto in cui è garantito un certo livello di reciprocità.

Lo sviluppo di standard aperti sostenuti da aziende multinazionali, ma anche da software e hardware open source, sono utili in tal senso, poiché impediscono una monopolizzazione proprietaria delle tecnologie e quindi conseguenti dipendenze unilaterali. Questi standard riducono inoltre le dipendenze da singoli fornitori all'interno di complesse catene del valore, riducendone quindi anche i rischi connessi.

L'accesso alle tecnologie fondamentali può essere garantito con un certo grado di affidabilità istituendo accordi bilaterali con Paesi che hanno modelli economici, culturali e socio-politici simili.

Sebbene la cooperazione all'interno dell'Unione Europea sia fondamentale per sfruttare economie di scala e complementarità delle risorse, il perimetro deve essere allargato attraverso una **maggiore integrazione economico-regolatoria specie con i Paesi del G7 e dell'OCSE, con cui condividere una comune visione dell'ordine mondiale fondato sul diritto e sull'apertura dei mercati.** La cooperazione internazionale sarà fondamentale specie in alcuni domini tecnologici, come ad esempio l'intelligenza artificiale, dove è urgente una convergenza normativa con partner fondamentali come gli Stati Uniti per fissare standard globali che riflettano non solo interessi, ma anche valori comuni.

L'obiettivo dell'UE dovrebbe quindi essere quello di preservare e rilanciare il sistema commerciale multilaterale come infrastruttura centrale della globalizzazione (Tria e Arcelli, 2020). Il libero commercio mondiale, infatti, con i suoi forti incentivi alla concorrenza, resta una condizione importante per garantire crescita e sviluppo ma anche il contesto corretto in cui realizzare il livello desiderato di autonomia strategica. Le tensioni commerciali e le violazioni alle regole del WTO da parte dei singoli Paesi non favoriscono tale processo e andranno gestite rafforzando le principali organizzazioni internazionali. L'Unione Europea ha già iniziato a proporre un programma di riforme, che andrà sicuramente ampliato, per affrontare una serie di criticità ricorrenti all'interno del sistema WTO. Su questo fronte la UE potrebbe svolgere un ruolo centrale nei futuri processi di riforma.

5. Rafforzare la leadership europea nel campo della regolamentazione.

La sfida che ha di fronte l'Europa rispetto al proprio ruolo nel disegnare le riforme delle organizzazioni internazionali si accompagna a quella sulla governance delle tecnologie, in

particolare quelle legate alla trasformazione digitale. Tra i temi principali e più controversi in questo ambito sicuramente rientrano i problemi connessi alla evoluzione dell'Intelligenza Artificiale e della cybersecurity, ma anche delle tecnologie cloud e Open RAN.

In questo ambito l'Unione Europea può avere la capacità di contribuire in maniera decisiva alla definizione di regole facendo pesare la propria leadership in questo campo. Un esempio in tal senso è il caso della General Data Protection Regulation (GDPR), dove l'UE ha imposto alle imprese di tutto il mondo di rispettare le norme comunitarie in materia di privacy e ha incoraggiato lo sviluppo di normative simili in altre giurisdizioni (perfino in alcune parti degli Stati Uniti). L'Unione Europea ha avuto quindi un impatto globale sul disegno del framework normativo in materia di condivisione dei dati, a dimostrazione della forza europea in questo settore. Un ulteriore esempio è fornito dal Regolamento eIDAS sull'identità digitale e i servizi fiduciari: la costruzione di un framework comune di responsabilità e servizio in Europa ha spinto all'omogeneizzazione altre aree del mondo, come ad esempio i paesi dell'America Latina, e ha al contempo ispirato i lavori di un working group delle Nazioni Unite per giungere a una revisione della normativa internazionale⁽²⁷⁾. Questa best practice dimostra come l'UE possa non solo giungere a guidare la produzione normativa omogeneizzando le posizioni su tematiche nuove, come la protezione dei dati personali o le firme elettroniche, ma possa porsi come guida nella regolazione di tematiche di frontiera, come l'identità digitale, la blockchain, l'intelligenza artificiale e la liability nelle interazioni tra uomo e macchina. L'esercizio di questo *soft power* passa inevitabil-

mente per la capacità della UE di intercettare sistematicamente i temi di frontiera e interrogarsi sugli scenari di miglior regolamentazione ponendo al centro le libertà dell'uomo.

Si manifesta quindi **l'opportunità per l'Unione Europea di esercitare la propria influenza in campo regolatorio per contribuire a definire il framework internazionale in ambito digitale**, cercando di esportare i principi e gli standard europei nel resto del mondo. Una impresa non semplice, ma su cui l'Unione potrebbe trovare alleanze con un numero consistente di paesi (Leonard e Shapiro, 2019).

La premessa perché si realizzi un tale processo è necessariamente legata alla costruzione di una vera visione comune tra gli Stati Membri su come le tecnologie stanno evolvendo, sui benefici e rischi a esse associati in modo da realizzare una spinta intergovernativa per sviluppare e armonizzare le strategie nazionali a partire da quella sull'intelligenza artificiale, al fine di creare una base d'azione realmente europea. Quanto più coesa è la UE su standard comuni, tanto più alta sarà la sua influenza nel definire le regole globali.

In questa prospettiva potrebbe, ad esempio, essere utile: i) lanciare ulteriori iniziative simili a quelle promosse dall'Internet Governance Forum sui vari aspetti chiave legati al governo della rete; ii) stabilire le basi per processi multilaterali inclusivi intorno alle nuove tecnologie, offrendo assistenza ai Paesi in via di sviluppo per concordare strategie nazionali sull'intelligenza artificiale e per aumentare la fiducia nell'Unione Europea come partner affidabile in questo campo.

La centralità del ruolo europeo nel contesto internazionale dipenderà da quanto sarà rinforzato il frammentato sistema di governance europea per la politica estera e dalle qualità e organizzazione delle proprie strutture tec-

27 UNITED NATION COMMISSION ON INTERNATIONAL TRADE LAW, Working Group IV - Electronic Commerce https://uncitral.un.org/en/working_groups/4/electronic_commerce

niche e decisionali. Questo aspetto generale è rilevante anche nell'ottica più specifica di tutelare la Sovranità Tecnologica europea. Infatti, solo un sistema di governance europea per la politica estera in grado di fare sintesi tra gli obiettivi degli Stati Membri può dare forza al ruolo della UE nei contesti internazionali per tutelare la propria indipendenza strategica in campo tecnologico.

Inoltre, per accelerare la definizione e realizzazione di una strategia europea per la Sovranità Tecnologica potrà essere utile creare nuovi forum decisionali e nuove organizzazioni. Tra queste, un **Comitato sull' Autonomia Strategica** all'interno della Commissione Europea e una **Task Force dell'Unione Europea sulle industrie e le tecnologie strategiche**. Questa potrebbe comprendere funzionari di tutte le direzioni interessate e includerebbe rappresentanti del settore industriale ed esperti. La task force avrebbe il compito di facilitare e presidiare l'implementazione del processo definito nel paragrafo 4 di questo Position Paper, partendo dall' identificazione delle industrie e le tecnologie critiche e in grado di abilitare una più complessiva Autonomia Strategica, identificando i gap strutturali e suggerendo le misure di policy orientate al miglioramento delle capacità tecnologiche o di approvvigionamento nei settori chiave.

Bibliografia

- ASD (2020), Industry considerations on Technological Sovereignty, Concept paper 15 October 2020.
- Bauer, M., Erixon, F. (2020). Europe's Quest for Technology Sovereignty: Opportunities and Pitfalls. ECIPE Occasional Paper, No. 02/2020.
- Besson, S. (2012). Sovereignty. In *Max Planck Encyclopedia of Public International Law* (pp. 366-91). Oxford: Oxford University Press.
- Centro Economia Digitale (2020). Libro Bianco sull'Economia Digitale, a cura di R. Cerra e F. Crespi, Roma.
- Centro Economia Digitale (2019). Il ruolo dell'innovazione e dell'alta tecnologia in Italia nel confronto con il contesto internazionale, a cura di R. Cerra e F. Crespi, Roma.
- Commissione Europea (2021). Action Plan on synergies between civil, defence and space industries, COM (2021) 70 del 22.2.2021
- Commissione Europea (2021a). Comunicazione: 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade COM (2021) 118, 9.3.2021.
- Commissione Europea (2020). Shaping Europe's digital future. Publications Office of the European Union.
- Commissione Europea (2020a), Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU - a foresight study, 2020.
- Commissione Europea, (2019). Speech by President-elect von der Leyen in the European Parliament Plenary on the occasion of the presentation of her College of Commissioners and their programme, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_19_6408
- Commissione Europea, (2019). Questionnaire to the Commissioner-Designate for the Internal Market Thierry Breton, https://ec.europa.eu/commission/commissioners/sites/commcwt2019/files/commissioner_ep_hearings/answers-ep-questionnaire-breton.pdf
- Commissione Europea (2019). Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU Industry. Report of the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>

- Couture, S., Toupin, S. (2019). What does the notion of “sovereignty” mean when referring to the digital? *new media & society*, 21(10), 2305-2322.
- Eder, F., Fuhr, L. (2020). Interview with Thierry Breton, European commissioner for internal market, POLITICO Virtual Brussels Playbook Interview, <https://www.politico.eu/event/brusselsplaybookbreton/>
- Edler, J., Blind, K., Frietsch, R., Kimpeler, S., Kroll, H., Lerch, C., Reiss, T., Roth, F., Schubert, T., Schuler, J., Walz, R. (2020). Technology sovereignty. From demand to concept. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation research
- European Council (2020). Strategic autonomy for Europe - the aim of our generation. Speech by President Charles Michel to the Bruegel think tank, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2020/09/28/l-autonomie-strategique-europeenne-est-l-objectif-de-notre-generation-discours-du-president-charles-michel-au-groupe-de-reflexion-bruegel/>
- Fasulo, F. (2020). Cina-USA: il decoupling è davvero possibile? Istituto per gli Studi di Politica Internazionale, <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/cina-usa-il-decoupling-e-davvero-possibile-24899>
- Gartner Research (2021). Market Trends: Europe Aims to Achieve Digital Sovereignty With GAIA-X, gennaio 2021.
- Grant, P. (1983) Technological sovereignty: forgotten factor in the “Hi-Tech” Razzamatazz. *Prometheus Critical Studies in Innovation* 1(2): 239-270.
- Hobbs, C. (2020). Europe’s digital sovereignty: From rulemaker to superpower in the age of US-China rivalry. *European Council on Foreign Relations*.
- Kelly, É., Zubascu, F., Naujokaityte, G., Moran, N., Pringle, D., Wallace, N. (2020). What is ‘tech sovereignty’?, Science Business Report.
- Leonard, M., Shapiro, J. (2019). Strategic Sovereignty: How Europe Can Regain The Capacity To Act. European Council on Foreign Relations.
- Leonard, M., Pisani-Ferry, J., Ribakova, E., Shapiro, J., Wolff, G. (2019). Redefining Europe’s economic sovereignty. *Bruegel Policy Contribution*, No. 2019/9.
- OECD, (2018). Oslo Manual, Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, OECD, Paris.
- Parlamento Europeo, (2020). Digital sovereignty for Europe. EPRS Ideas Paper, European Parliamentary Research Service, July 2020.
- Tria, G., Arcelli, A. F. (2021). *Towards a Renewed Bretton Woods Agreement*. Brookings Institution Press.

Appendice

Il database delle famiglie di brevetti triadici (TPF) da cui sono tratte le informazioni in questo rapporto origina dall'archivio **INPADOC** fornito in **PATSTAT**, ulteriormente consolidate al fine di integrare i collegamenti di famiglie di brevetti utilizzando le informazioni PCT⁽¹⁾, quando esistenti. I dati confluiscono nel database **REGPAT-OECD** in cui sono presentati secondo un identificatore di famiglia univoco (**Family_id**) generato automaticamente per ogni nuova versione del database. La scelta di analizzare i dati a partire dal database REGPAT- OECD sui brevetti triadici (TPF, dall'acronimo Tradic Patent Family) offre l'opportunità di rielaborare le informazioni per tipologie tecnologiche individuate secondo la classificazione IPC (International Patent Classification). Tale classificazione, realizzata a partire dall'accordo di Strasburgo del 1971, suddivise con estremo dettaglio tutti i possibili campi di impiego tecnologico dei brevetti depositati.

1 Il PCT (Patent Cooperation Treaty) Trattato di Cooperazione in materia di Brevetti è un trattato multilaterale gestito dal WIPO (World Intellectual Property Organization) che ha lo scopo di facilitare la richiesta di protezione per una invenzione simultaneamente in più paesi, depositando un'unica domanda internazionale di brevetto presso l'Ufficio Ricevente (RO) di uno degli Stati membri, anziché diverse domande nazionali/regionali presso gli Uffici competenti di ciascuno di essi.

A oggi, l'ultima release della classificazione, relativa al 2006 ma di anno in anno aggiornata fino a quella attuale del 2021, permette la suddivisione dei campi di applicazione secondo una struttura gerarchica in⁽²⁾:

- Sezioni (un digit, dalla lettera A alla lettera H per un totale di otto voci ulteriormente suddivise in sub-sezioni);
- Classi (tre digit; 131 voci);
- Sottoclassi (quattro digit; 646 voci);
- Gruppi (5 digit; 7.523 voci).

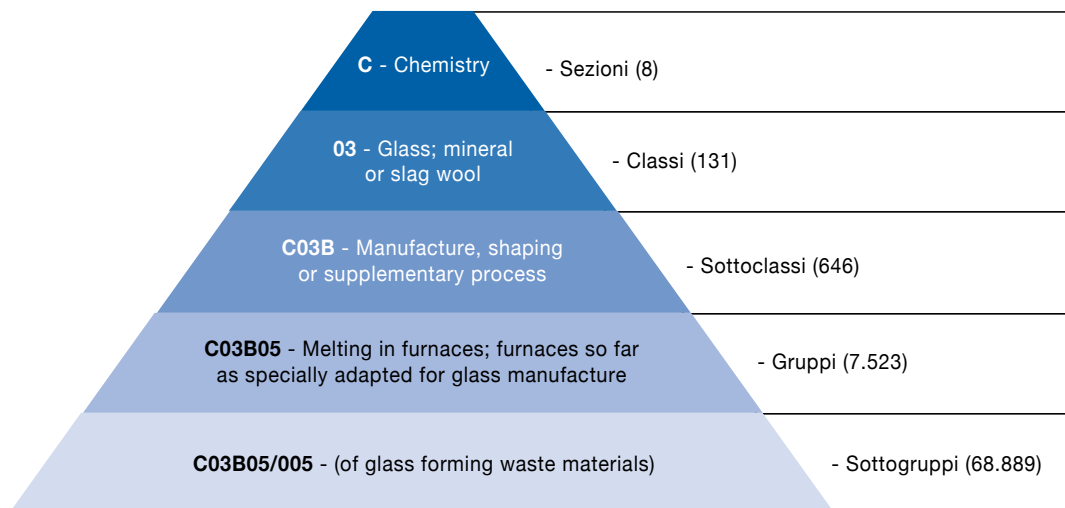
A partire dalla banca dati sui brevetti, è stato possibile agganciare le informazioni riferite alla nazionalità di coloro che hanno registrato l'invenzione (Inventors), così da poterne ricostruire la composizione geografica per ciascuna famiglia brevettuale. Il passo successivo è stato quello di aggiungere tutte le informazioni relative ai settori tecnologici di riferimento, secondo la IPC (International Classification of Patents). Considerando il rilascio OECD relativo a Luglio 2020, da quasi 1,6 milioni di record (ovvero il numero di brevetti) è possibile arrivare a 32,7 milioni di

2 Inoltre, esiste l'opportunità di scendere fino a livelli di dettaglio molto elevati (sottogruppi) per un massimo di 68.889 differenti voci, attraverso l'utilizzo della classificazione CPC (Cooperative Patent Classificazione) che suddivide ulteriormente quella IPC, a partire dall'ottavo digit.

righe corrispondenti all'intersezione tra brevetti e numero di voci tecnologiche a esse riferibili. Questo insieme rappresenta l'universo di indagine da cui sono scaturite tutte le informazioni sui posizionamenti dei paesi per ciascun gruppo tecnologico. In altre parole, a ogni brevetto, possono corrispondere più ambiti tecnologici di riferimento che contribuiscono in uguale misura a definire il posizionamento competitivo di ciascuna economia.

L'informazione sull'anno di deposito del brevetto, poi, ha permesso di associare la dimensione temporale. Ciò è reso possibile dalla variabile "First_Prio_Year" che riporta l'anno del primo deposito del brevetto in una delle tre aree geografiche (Stati Uniti, Unione Europea e Giappone).

Figura 31. Struttura gerarchica della classificazione IPC (Internation Patents Classification)



Con il sostegno di

