

Partecipanti (17 in videoconferenza)

Alessandro Capodanno - Pasquale Ceruzzi - Fausto Ciavatta - Alberto Costa - Franca DeFilippi - Franco Del Vecchio - Mario Garassino - Salvatore Marinaro - Fabio Pansa Cedronio - Achille Ratti - Mino Schianchi - Giampiero Stabile - Raffaele Stifani - Augusto Terruzzi - Cesare Viganò - Marco Zacchigna - Paolo Zanella

Relatori: Alberto Costa e Franco Del Vecchio

Agenda :

17:30 Novità sui computer quantistici – Alberto Costa

18:00 Fabbisogni e produzione di energia elettrica green in Lombardia – Franco Del Vecchio

19:00 Conclusione

Novità sui computer quantistici

Alberto Costa, riprende l'argomento trattato in un precedente intervento al Gruppo Innovazione (23 settembre 2020), sintetizzato nell'articolo "[Il punto sui computer quantistici](#)" pubblicato sulla rivista Dirigenti Industria ottobre 2020, con l'intenzione di fornire informazioni aggiornate sulla situazione attuale, cioè sull'evoluzione dello stato dell'arte di questo strumento potenzialmente rivoluzionario.

I concetti fondamentali esposti nell'articolo del 2020 sono validi ancora oggi. I protagonisti di questa innovazione, che mira ad essere epocale, sono il principio di sovrapposizione degli stati quantistici e l'entanglement. Il termine entanglement (letteralmente, in inglese, "groviglio", "intreccio") o correlazione quantistica, è un fenomeno quantistico, non riducibile alla meccanica classica, derivante dal principio di sovrapposizione della meccanica quantistica, per il quale due o più sistemi fisici (tipicamente due particelle) possono costituire sottosistemi di un sistema più ampio, il cui stato quantico è rappresentato da una combinazione (sovrapposizione) dei loro singoli stati

La sperimentazione prosegue in Aziende e Organismi di grande importanza: ad esempio FERMILAB (Fermi National Accelerator Laboratory, laboratorio di ricerca situato a Batavia, in Illinois, a una trentina di miglia ad ovest di Chicago supervisionato dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti e dedicato allo studio della fisica delle particelle elementari, che sta realizzando un progetto di Computer Quantistico sotto la direzione della nostra scienziata Anna Grassellino), Proseguono anche i progetti di RIGETTI Computing, MICROSOFT, GOOGLE, IBM, D-Wave, XANADU, AMAZON, HONEYWELL...per non parlare della Cina. Alcuni collaborano fra loro, ad esempio FERMILAB, RIGETTI e IBM.

Esaminiamo più in dettaglio come funzionano i prototipi delle varie aziende, quali traguardi hanno conseguito, quale quantum advantage, quanti qubit (o qudit se hanno più di due stati sovrapposti) ad alta coerenza sono riuscite a utilizzare e quale tempo di coerenza hanno raggiunto (il tempo di coerenza è la durata in cui un qubit può effettivamente immagazzinare e processare l'informazione, "the lifetime of superconducting quantum states"). Un qubit è l'unità fondamentale di informazione nel calcolo quantistico, l'equivalente quantistico del bit classico. A differenza del bit, che può essere solo 0 o 1, un qubit può esistere in uno stato di sovrapposizione che combina 0 e 1 contemporaneamente. Questa proprietà, insieme all'entanglement, consente ai computer quantistici di elaborare le informazioni in modo esponenzialmente più potente rispetto ai computer classici, aprendo la strada a progressi in campi come la medicina, l'intelligenza artificiale e la crittografia.

All'inizio si parlava di 5 qubit, 50 qubit, 1127 qubit (IBM 2022), 5000 qubit (D-Wave). Ora si parla di 100.000 qubit (IBM), un milione di qubit (Microsoft e Psi Quantum) e ci arriveremo, forse anche in tempi vicini (anni e non decenni secondo alcune previsioni).

Merita approfondire anche come è costruito il processore e a quale temperatura funziona; come stanno risolvendo i problemi di rumore, cioè i problemi dovuti a processi fisici che causano incoerenza; come controllano che il risultato dei calcoli sia affidabile eliminando gli errori a livello hardware. Centrali e fondamentali sono i materiali superconduttori, le cavità a SRF (superconducting radiofrequency) e i sistemi di raffreddamento.

Recentemente sia Google che Amazon hanno annunciato i loro "quantum chips".

Microsoft Quantum, con la piattaforma Azure, afferma di aver ottenuto con il quantum chip Majorana 1 (Majorana fermions sono contemporaneamente particelle e proprie antiparticelle) il primo quantum chip con Core topologico e la possibilità di risolvere problemi a scala industriale nei prossimi anni. A febbraio (19 febbraio 2025) Microsoft sostiene di aver ottenuto un nuovo stato della materia, uno stato topologico, "to help make quantum computers more powerful", di aver ottenuto il primo topoconductor, un chip che può contenere fino a 1 milione di qubit aprendo la strada a un quantum supercomputer, anche se alcuni fisici che hanno fatto la review del lavoro dicono che non sono convinti.

D-Wave afferma (12 marzo 2025) di aver ottenuto la Quantum Supremacy, cioè di aver ottenuto risultati non ottenibili con i computer classici, ma un certo numero di accademici non sono d'accordo. Almeno dal 2019 infatti, quando Google disse di aver raggiunto la meta, esiste una forte competizione fra le varie aziende per raggiungere la supremazia.

La comunità scientifica quantistica ha recentemente sostituito il termine "quantum supremacy" con "quantum advantage" o "quantum utility," che significa che il sistema quantistico può risolvere un utile lavoro o un problema scientifico più velocemente, più accuratamente e più economicamente di quanto possano i computer tradizionali.

Alberto Costa dedica quindi attenzione ad aspetti più pratici e vicini alle potenzialità applicative.

XANADU è una Società canadese all'avanguardia del settore, anche se non è un colosso come altre. Essa mira a utilizzare i fotoni come trasportatori di qubit. I fotoni sono bosoni, cioè seguono la statistica di Bose, è meno difficile ottenere il loro entanglement rispetto ad altre particelle e possono anche essere polarizzati. Convogliando i fotoni lungo opportuni percorsi e verso "logical gates" (cancelli logici) si può ottenere un trasporto di informazioni.

L'interessante possibilità di questo approccio è di costruire un computer QC che funzioni a temperatura prossima alla temperatura ambiente, anziché prossima allo zero assoluto.

La sorpresa degli sviluppi di Xanadu è che nell'aprile 2022 ha ottenuto una partnership da BMW Group: per collaborare ad esplorare come il quantum computing possa migliorare la qualità, la sicurezza e la performance delle soluzioni automobilistiche della "BMW next-generation".

Nel novembre 2022 Xanadu ha ottenuto un contratto di collaborazione con il Gruppo Volkswagen.

Dal novembre 2024 Xanadu e Toyota collaborano per promuovere applicazioni di quantum computing nella simulazione di materiali, con lo scopo di sviluppare sensori quantistici avanzati (si presume per la guida autonoma dei veicoli).

Pubblicata su Wall Street Journal del 26 novembre 2024 un'altra notizia sorprendente che ci può interessare direttamente: a Milano sono sperimentati e costruiti dei glass chips con la speranza di un futuro più pulito per i QC, richiedono infatti un minor consumo di energia. La NATO ha investito un milione di \$ nella startup italiana EPHOS, fondata dal fisico teorico Andrea Rocchetto. Sono "Photonic quantum chips", cioè usano fotoni e operano a temperature "normali", più o meno a temperatura ambiente.

Oltre a questo filone hardware che può avere sviluppo anche in Europa, esiste un filone software da sviluppare.

Per caricare i dati e ricavare i risultati da un QC si utilizza un computer tradizionale con opportuni programmi di inserimento e uscita, in generale scritti in Python e opportune piattaforme (PennyLane per Xanadu). Sono già a disposizione da parte di IBM ed altri per effettuare prove di software e di calcolo per Università, Istituti Scientifici, ecc.

In Germania esistono già società di software dedicate allo sviluppo di questi programmi speciali per QC e non c'è ragione perché non si possano sviluppare anche in Italia.

Da ultimo Alberto Costa informa che il Politecnico di Milano nell'ambito degli Osservatori POLIMI-School of Management ha istituito un "Osservatorio Quantum Computing & Communication" che mette a disposizione pubblicamente dati anche economici sulla situazione mondiale, europea e italiana.

All'intervento di Alberto Costa seguono i commenti e le domande dei partecipanti.

Fabio Pansa Cedronio chiede se la grande quantità di energia richiesta per l'Intelligenza Artificiale sia dovuta al funzionamento dei computer e anche al raffreddamento e Alberto Costa insieme a Paolo Zanella ritengono l'ingente assorbimento di energia sia per il funzionamento che per il raffreddamento.

Paolo Zanella chiede se i Computer Quantistici sono, inizialmente e tuttora, ideati per applicazioni specifiche che richiedono elevata velocità di elaborazione. Alberto conferma l'iniziale interesse per specifici calcoli complessi per ottenere risultati in tempi notevolmente ridotti rispetto ai

computer tradizionali. La diffusione delle possibilità di utilizzo dei CQ sta favorendo la sperimentazione e allargando il possibile utilizzo in molteplici applicazioni che richiedono velocità elevatissime di calcolo. Il CNR sta lavorando a diverse sperimentazioni e anche l'università Federico Secondo di Napoli, l'università di Bari e il Politecnico sono particolarmente attivi.

Giampiero Stabile precisa la grande differenza fra Computer Quantici e Intelligenza Artificiale. I primi eccellono per velocità di calcolo, utile ad esempio nella cifratura, ma a condizioni operative anche di temperatura particolarmente rigorose, mentre i computer utilizzati per l'intelligenza artificiale sono sottoposti ad una continua elaborazione di dati per assicurare l'apprendimento continuo e l'elaborazione delle richieste che comporta appunto un uso continuo e intensivo.

Secondo **Marco Zacchigna** l'uso dei Computer Quantistici è condizionato dalla mancanza di programmi di base, dei "sistemi operativi" che permettano di interagire e usufruire delle potenzialità di calcolo. Per questa ragione le grandi aziende impegnate nello sviluppo dei Computer Quantistici hanno favorito l'uso dei CQ e lo sviluppo di iniziative di collaborazione con centri di ricerca e università.

Salvatore Marinaro ritiene che i Computer Quantici, per i costi e le condizioni operative che richiedono non potranno rappresentare un'alternativa ai computer entrati ormai nell'uso quotidiano, ma potranno essere inseriti in "Reti neurali" e utilizzati per soddisfare specifiche esigenze di calcolo non possibili, o in tempi non compatibili con le aspettative degli utenti. Sviluppate le necessarie infrastrutture si potrà, un giorno, accedere alle potenzialità di calcolo dei CQ dalla consolle del proprio computer in rete.

Franco Del Vecchio, a conclusione del dibattito sui Computer Quantici e le considerazioni relative all'intelligenza artificiale, ricorda la conferenza che si terrà il 20/3 presso la "Centrale dell'Acqua": ["Intelligenza Artificiale e Governance Pubblica: il Contributo della Dirigenza Industriale"](#)

Riflessioni CIDA Lombardia sui fabbisogni e produzione di energia green

Sono previste in Lombardia installazioni di Data Center da un giga Watt che assorbiranno annualmente 8,7 TWh (Tera Watt ora). L'installazione in Lombardia è motivata dalla necessità di ridurre le distanze dei Data Center dalla maggioranza degli utilizzatori dell'Intelligenza Artificiale.

Regione Lombardia ha chiesto, a coloro che hanno sottoscritto il Patto per lo Sviluppo, i commenti e le proposte utili a far fronte al previsto aumento dei fabbisogni energetici entro i prossimi cinque anni, dovuti anche all'installazione dei data center per l'Intelligenza Artificiale. Il segretario CIDA Lombardia, Franco Del Vecchio, in collaborazione con il Gruppo Energia ed Ecologia ALDAI e con Romano Ambrogio, delegato su tali argomenti nei confronti delle Istituzioni Regionali, ha condiviso le prospettive indicate dalla Regione e le proposte di potenziamento della produzione elettrica da fonti rinnovabili: prevalentemente da fotovoltaico, dall'aggiornamento degli impianti idroelettrici e di accumulo, oltre alle possibili soluzioni integrative possibili con il geotermico.

Del Vecchio condivide i contenuti della presentazione di Regione Lombardia sui fabbisogni energetici.

Il consumo di energia elettrica in Italia nel 2014 è stato di 312 TWh (Tera Watt ora) di cui 147 TWh della zona nord calcolata considerando le Aree Territoriali Torino Milano e Venezia, mentre la sola Lombardia ha consumato 67 TWh.

La copertura dei 312 TWh è avvenuta da diverse fonti energetiche: 146 TWh da Termoelettrico, 53 da Idroelettrico, 36 da fotovoltaico, 22 da eolico, 5 da geotermico, 50 dall'estero.

La copertura della domanda energetica della Lombardia è avvenuta per il 47,4% da termoelettrico, il 28% da importazione dall'estero e da altre regioni italiane, il 13,4 da idroelettrico, il 5,4 da bioenergie e il 5,3 da fotovoltaico.

La variazione della produzione di energia elettrica in Lombardia dal 2022 al 2023 è stata del +34% per idroelettrico e +18% per fotovoltaico.

Per quanto riguarda i costi dell'energia il prezzo medio del 2024 è stato di 108,5 €/MWh, e ad inizio 2025 oltre 140 €/MWh. In Italia il costo è determinato nel 70% delle ore dalla generazione termoelettrica a gas nonostante questa incida circa il 40% della produzione. Al costo della materia prima si somma il costo CO2 attualmente equivalente a circa 25 €/MWh

Il consumo di gas per produzione energetica incide per circa il 34 % su tutta la richiesta annuale di metano dell'Italia.

Dal 1° gennaio 2025, come stabilito dal decreto-legge 9 dicembre 2023, n. 181, art. 19 comma 4-ter, il mercato elettrico italiano subirà una trasformazione significativa con il passaggio dal Prezzo Unico Nazionale (PUN) ai prezzi zonal, con effetti sull'utenza dal 2027 (fonte Arera).

I criteri per stabilire il prezzo della zona favorirà la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel territorio. Quindi più produci nel territorio da fonti rinnovabili e meno paghi.

Di seguito le variazioni dei prezzi zonali da studio RSE post PNIEC 2030 coerenti con la distribuzione fra le regioni della quota di incremento del fotovoltaico di cui al DM Aree Idonee

Scenario 2030-A: distribuzione fotovoltaico più equilibrata tra tetto/terra e nord/sud

zona Nord = media annua di 96,5 €/MWh

zona Centro Nord = media annua di 91,6 €/MWh

zona Centro Sud = media annua di 88,8 €/MWh

Sardegna = media annua di 85,6 €/MWh

Sicilia, Sud e Calabria = media annua di tra i 86,5-86,8 €/MWh.

Media Italia 88,9 €/MWh

Scenario 2030-B: distribuzione fotovoltaico prevalentemente a terra e al sud

zona Nord = media annua di 106,5 €/MWh

zona Centro Nord = media annua di 96,3 €/MWh

zona Centro Sud = media annua di 88,6 €/MWh

Sardegna = media annua di 85,6 €/MWh

Sicilia, Sud e Calabria = media annua di 81,2 €/MWh.

Media Italia 88,5 €/MWh

Il prezzo zonale dell'energia dipenderà quindi strettamente dalle ipotesi sulla produzione di energia elettrica rinnovabile zonale.

Fabbisogno consumi Lombardia attuali: circa 65.000 GWh/anno di cui coperti da produzione FER, al 2023, per circa 13.700 GWh/h (21,1%) e 51.300 GWh/anno proveniente da altre fonti o fuori RL.

Previsione fabbisogno consumi Lombardia al 2030: circa 70.000 GWh/anno, di cui 20.700 GWh/anno (29,6%) coperti da produzione FER (compresa la produzione derivante da attuazione DM aree idonee) e 49.300 GWh/anno provenienti da altre fonti o fuori RL.

Aggiungendo al fabbisogno al 2030 il fabbisogno dei data center per 1 GW: circa 78.700 GWh/anno (rimane la copertura da FER per 20.700 GWh/anno), quindi 58.000 GWh/anno provenienti da altre fonti o fuori RL.

I dati condivisi da Regione Lombardia sono stati esaminati da Romano Ambrogi che in collaborazione con il Gruppo Energia ed Ecologia ha elaborato la memoria CIDA Lombardia per le istituzioni regionali, disponibile in **Allegato**.

Fabio Pansa Cedronio approva la proposta e invita a promuovere le iniziative che possano favorire la produzione di soluzioni Made in Italy per sostenere la nostra industria. Se per la produzione di pannelli fotovoltaici è forse impossibile competere con le produzioni asiatiche dovremmo sviluppare eccellenza in inverter, batterie, turbine e quanto altro possa valorizzare i nostri talenti. Del Vecchio condivide e cita ad esempio la società [FuturaSun](#) gestita dal CEO Alessandro Barin che vive dal 2000 in Cina e guida lo sviluppo delle vendite, la gestione generale e gli investimenti in centrali fotovoltaiche in oltre 15 paesi. Barin è l'unico italiano ad avere stabilimenti produttivi in Cina ed è un attore chiave nel settore del fotovoltaico, come dimostra il suo coinvolgimento in conferenze e il suo sostegno per lo sviluppo di una filiera fotovoltaica europea.

Salvatore Marinaro pone alcune perplessità sulla scelta delle logiche territoriali che in qualche modo non coglierebbero i vantaggi della condivisione nazionale. Del Vecchio motiva l'orientamento politico a favore dei prezzi per zone con la volontà di sostenere gli investimenti in Fonti Elettriche Rinnovabili e la riduzione degli sprechi per il trasporto dell'energia fra le regioni, soprattutto fra quelle molto distanti.

Marco Zacchigna commenta gli interventi dei 5 principali produttori di energia al convegno "Tra Europa e Cina" del giorno precedente, ai quali è stato chiesto come ridurre i prezzi dell'energia e come rendere l'Europa meno dipendente da altri Paesi. Nonostante i cambiamenti che saranno introdotti dai prezzi di zona rimane il problema del costo marginale che fa riferimento al costo del gas, che determina prezzi dell'energia elettrica elevati, variabili e non pianificabili.

Fabio Pansa Cedronio concorda con la difficoltà di pianificazione dei costi dell'energia che ritiene essere un deterrente per gli investimenti in Fonti Energetiche Rinnovabili. In tali condizioni gli investitori non possono valutare il ritorno degli investimenti in un mercato instabile e volatile.

Pasquale Ceruzzi ritiene la memoria CIDA molto interessante perché parte dai fabbisogni per individuare soluzioni sostenibili. Sarebbe utile elaborare anche una proposta di efficienza nei consumi e lo sviluppo di un piano industriale per la produzione in Europa e Italia di

apparecchiature per la produzione di energia, come avvenuto con lo sviluppo dell'idroelettrico che ha permesso alle imprese italiane di primeggiare nel mondo.

Pasquale Ceruzzi e Marco Zacchigna commentano anche la necessità di utilizzare i terreni montani incolti per evitare l'occupazione di suolo agricolo. Peraltro i rendimenti dei pannelli in montagna hanno rendimenti notevolmente superiori alla pianura lombarda, per assenza di nebbie, inquinamento e per la riduzione degli innevamenti.

Alberto Costa chiede se le istituzioni lombarde sono consapevoli delle criticità e delle possibili minacce che rendono indispensabile un serio piano energetico. Del Vecchio conferma la presa di coscienza e la condivisione con le Parti Sociali del piano necessario a soddisfare i fabbisogni. Se le istituzioni lombarde sono impegnate, i rischi di veti e blocchi sono di difficile gestione e previsione, come ad esempio gli annunciati ricorsi per bloccare il Decreto Ministeriale sulle aree idonee ...

I prossimi incontri

Il **16 aprile 2025** si terrà la 214ª riunione del GdL Progetto Innovazione in [Videoconferenza Zoom](#) dedicata alla preparazione del convegno CEC European Managers.

I successivi incontri si terranno in modalità Videoconferenza Zoom, e se possibile in presenza, indicativamente il mercoledì dalle ore 17:30 alle 19:00, nei giorni:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. 21 maggio | 4. 22 ottobre |
| 2. 18 giugno | 5. 19 novembre |
| 3. 24 settembre | 6. 17 dicembre |

Il verbalizzatore: Franco Del Vecchio
19/09/2025

Allegato

Proposte per una strategia regionale di transizione energetica

Contributo CIDA Lombardia per Regione Lombardia Patto per lo Sviluppo Sostenibile

CIDA Lombardia intende contribuire al dibattito avviato in sede Regione Lombardia con un proprio contributo che esprime le competenze e le aspirazioni dei manager dei settori produttivi rappresentati dalle Federazioni aderenti a CIDA.

Infatti, le scelte in materia energetica hanno una ricaduta di fondamentale importanza sulla competitività del sistema economico lombardo, che si caratterizza come significativo non solo in termini di prodotto interno lordo, ma anche per la propria resilienza, derivante da una notevole diversificazione delle attività. È quindi necessario operare scelte che, pur ponendosi nell'alveo delle normative comunitarie e nazionali, consentano di valorizzare, in un'ottica di sussidiarietà, tutte le soluzioni, anche innovative, per risolvere, senza eccessivi ed ingiustificati oneri, l'attuale crisi di sostenibilità, insieme economica ed ambientale, costituita da un sistema energetico eccessivamente basato sulle fonti fossili.

A questo proposito, osserviamo che l'approccio utilizzato per la ripartizione dell'obiettivo nazionale tra le Regioni e Province autonome (il cosiddetto *burden sharing*) si basa sull'assunzione che l'intero incremento di potenza FER al 2030 previsto dal PNIEC sia ascrivibile alle sole fonti eolica e fotovoltaica.

Il fabbisogno nazionale di energia elettrica nel 2024 ammonta a **312,29 TWh** (312.285 GWh) gestito con fonti derivanti da: Termoelettrico 146,45 TWh (46,6%), Idroelettrico 53,53 TWh (17%), Fotovoltaico 36,06 TWh (11,5%), Eolico 22,06 TWh (7%), Geotermico 5,27 TWh (1,7%) e Saldo Estero 51,00 TWh (16,2 %).

L'attuale fabbisogno della Lombardia, di circa **65 TWh** (21% del nazionale): **13,7 TWh** da Fonti Energetiche Rinnovabili e 51,3 TWh da altre fonti, è previsto in aumento del 21% nei prossimi 6 anni per raggiungere **78,7 TWh** nel 2030 e i **13,7TWh** aggiuntivi (dei quali **8,7 TWh** per il solo fabbisogno dei data center con potenza assorbita di 1 GW), non potranno che essere generati da Fonti Energetiche Rinnovabili, raddoppiando le esistenti.

Per la Lombardia, questo si traduce praticamente nella necessità di sostenere quasi esclusivamente l'obiettivo fissato dal *burden sharing* con l'installazione di **impianti fotovoltaici**. La Lombardia è comunque già ora ai primi posti per produzione fotovoltaica (seconda in Italia nel 2023, con **3,51 TWh**, dopo la Puglia con 4,19 TWh).

Per generare **13,7 TWh** bisognerebbe quasi quadruplicare la produzione di energia da fonti rinnovabili in 5 anni, e considerando che un pannello solare da 1 m² nel nord Italia generare circa **125 KWh** l'anno (secondo <https://www.ecoage.it/mappa-solare-italia.htm>), per produrre l'energia aggiuntiva da fotovoltaico sarebbero necessari circa **110 Km²**, o meglio **200 Km²**, considerando gli spazi aggiuntivi fra le serie di pannelli, per un totale di circa l'1% dell'intera superficie della Lombardia, pari al 10% dei 2.000 Km² (200.000 ettari) delle aree ritenute idonee secondo i calcoli regionali.

Un piano straordinario che richiede approfondite valutazioni e una sofisticata progettualità per adeguare anche la rete elettrica.

Ai fini della programmazione dello sviluppo delle FER, uno tra i punti di maggior contrasto, sia a livello del governo centrale che tra direzioni regionali, riguarda l'inclusione delle aree agricole tra le aree idonee allo sviluppo delle FER, che ha alimentato il timore di conseguenze negative sul settore agronomico dovute alla sottrazione di suolo da parte di impianti fotovoltaici. L'impianto normativo per la promozione delle rinnovabili (D.Lgs 199/2021) prevede da una parte il ricorso a soluzioni agrivoltaiche, che consentono la coesistenza della funzione agricola ed energetica, e dall'altra l'utilizzo prioritario di superfici agricole improduttive o non utilizzabili.

Entrambe le misure presentano alcuni interrogativi a cui è necessario rispondere con la sperimentazione e l'approfondimento delle conoscenze. Nello stesso tempo occorre definire in maniera univoca l'obiettivo di utilizzo che si intende perseguire per il fotovoltaico su edifici e tettoie. Le considerazioni di Regione e le conseguenti decisioni normative assunte dovrebbero essere chiaramente esposte agli operatori ed ai cittadini per consentire una percezione pubblica dell'effettivo impatto sul consumo di suolo conseguente all'installazione della potenza fotovoltaica necessaria.

Nelle ipotesi adottate per la definizione degli scenari di *burden sharing*¹, l'occupazione da parte di impianti fotovoltaici installati a terra non supera nella maggior parte delle regioni l'1% delle aree agricole disponibili². Volendo analizzare come finora gli operatori stanno rispondendo agli obiettivi definiti dal governo, è utile l'analisi delle proposte progettuali di grandi impianti fotovoltaici finora presentate alla commissione nazionale VIA. Da questo confronto emerge che la maggior parte dei progetti sarebbe localizzato nelle regioni meridionali, con valori di occupazione delle aree agricole potenzialmente disponibili comprese tra il 2 e il 4%. Ad esclusione delle regioni per cui non è stata presentata nessuna proposta progettuale e per le quali si evidenzia però anche una limitata disponibilità di territorio idoneo, il valore di sfruttamento potenziale più basso è stato rilevato per la Regione Lombardia (0,01%)³. Occorre precisare peraltro che, da una parte, le richieste presentate per autorizzazioni regionali potrebbero registrare ulteriori incrementi negli anni successivi e che per gli impianti di taglie più piccole sono previste autorizzazioni a diversi livelli, non conteggiate nelle pratiche regionali citate.

In merito alla valutazione di disponibilità di **aree idonee per il fotovoltaico** a scala regionale, auspichiamo che Regione Lombardia adotti formalmente una metodologia, coadiuvata da idoneo strumento di supporto decisionale, utilizzabile dall'Amministrazione Regionale per analizzare le possibili opzioni di sfruttamento del proprio territorio per il conseguimento dell'obiettivo energetico regionale. Una metodologia siffatta è stata utilizzata con successo dalla Regione Piemonte, che presenta notevoli analogie dal punto di vista geografico e territoriale. Nel caso pilota della Regione Piemonte è stata condotta un'analisi⁴ a scala comunale, sia relativamente all'installato (a terra, su tetto e per tipologia di edifici) sia per la disponibilità di aree, consentendo di mettere in evidenza i territori maggiormente vocati alla installazione presente e futura degli impianti fotovoltaici. Integrando e incrociando informazioni sull'uso del suolo attuale e sulla localizzazione geografica del parco impianti esistente, è stato costruito un quadro informativo su base geografica dal quale partire per valutazioni di scenario di utilizzo del territorio ai fini del raggiungimento dell'obiettivo FER regionale. Inoltre, è stato possibile confrontare le stime così ottenute con quelle derivanti dall'applicazione della metodologia utilizzando in input dati disponibili omogeneamente sull'intero territorio nazionale.

Per quanto riguarda la collocazione degli impianti nelle singole porzioni di territorio regionale, lo studio auspicato dovrebbe tenere conto anche delle condizioni di irraggiamento effettivamente prevedibili, dato che, presumibilmente, le ore utili alla produzione saranno maggiori in località dove la copertura nuvolosa o le condizioni di foschia e/o attenuazione della luce dovuta al particolare siano migliori, come sui **versanti**

¹ Lanati F., Garofalo E., Gargiulo A., Gaeta M. (2022) Scenari a supporto del decreto "Aree Idonee". Rapporto RSE n. 22013953

² Come area disponibile, si considera l'area agricola idonea (classe 2 "Superfici agricole utilizzate" dalla carta di copertura del suolo Corine Land Cover 2018) al netto dei principali vincoli di non idoneità previsti dal Decreto ministeriale del 10 settembre 2010

³ Garofalo E., Ronchetti G., Aiello M., Galbiati I., Airoidi D., Palazzo G., Vergata M.A. (2023) Studi a supporto della pianificazione territoriale per lo sviluppo degli impianti eolici e fotovoltaici. Rapporto RSE n. 23013092

⁴ RSE (2023) Aree idonee e pianificazione regionale: il caso studio della Regione Piemonte. Rapporto Aggiuntivo RSE n. 23013424

meridionali dei rilievi non coltivati, in particolare delle provincie di Bergamo, Brescia, Como, Lecco, Sondrio e Varese, rispetto alle zone urbane, industriali o di bassa pianura.

La riduzione progressiva dell'innevamento contribuisce ad aumentare sensibilmente la produttività degli impianti fotovoltaici sui rilievi, fino al 50% in più rispetto ai rendimenti delle installazioni in pianura con conseguente possibilità di ridurre di 50 Km² l'occupazione del suolo.

Sebbene la produzione da fotovoltaico rappresenti per la Lombardia la fonte aggiuntiva di importanza prevalente, non è però l'unico criterio per valutare correttamente le prospettive di decarbonizzazione della produzione elettrica. Infatti, la produzione annua da fonti rinnovabili e il relativo utilizzo costituiscono, a posteriori, la misura effettiva di impiego di fonti di energia che permettano di evitare emissioni di CO₂. Regione Lombardia, per l'importanza che riveste nel contesto sociale ed economico e per la propria posizione di leadership anche nel settore dell'energia elettrica, non può esimersi dal richiedere il riconoscimento delle proprie prerogative in tema di pianificazione energetica al fine di individuare le soluzioni più confacenti alle proprie peculiarità.⁵

Ciò è particolarmente evidente nel caso **dell'energia idroelettrica**, che assume preminente importanza nel caso della Regione Lombardia, costituendo un patrimonio di grande rilevanza, storicamente legato allo sviluppo industriale ed economico del territorio. La Lombardia è da sempre il primo produttore idroelettrico tra le regioni italiane.

Le caratteristiche dell'energia idroelettrica, sia dal punto di vista della producibilità e dei costi d'impianto (già largamente ammortizzati) nonché per la possibilità di modulazione e stoccaggio permessa dagli impianti con bacini di ritenuta, la rendono sicuramente degna di ogni attenzione e tutela. Gli impianti idroelettrici, con accumuli e pompaggi, sono infatti in grado di contribuire fattivamente alla fornitura dei servizi di flessibilità necessari alla rete elettrica per integrare in rete quote crescenti della produzione tipicamente discontinua delle fonti solari ed eolica.

La produzione idroelettrica lombarda ha registrato i seguenti valori (dati GSE): 2020 **11,09** TWh; 2021 **10,46** TWh; 2022 **6,12** TWh; 2023 **8,81** TWh, che risentono dell'andamento delle precipitazioni atmosferiche e delle crisi idriche (si pensi a quella del 2022). Nel 2024 i valori (ancora non ufficiali) risultano ancora elevati.

Sebbene la costruzione di nuovi impianti idroelettrici non sia al momento prevista, si ritiene concordemente che la **manutenzione, controllo, gestione** e in alcuni casi il **potenziamento** dei macchinari e delle opere possano garantire margini di miglioramento importanti in termini di produzione ed efficientamento, oltre a preservare la sicurezza delle infrastrutture e la capacità di accumulo, quest'ultima fortemente minata dal progressivo interrimento dei bacini. Si può aumentare la flessibilità dell'idroelettrico potenziando gli impianti esistenti, mediante il retrofitting dei macchinari oppure aggiungendo nuove condotte e nuovi gruppi di generazione, innalzando le dighe esistenti per avere a disposizione più risorsa idrica e, quindi, anche una maggiore capacità di stoccaggio. Nel caso degli impianti di pompaggio, un altro vantaggio si potrebbe ottenere installando turbine reversibili in grado di operare anche come pompe, sfruttando le

⁵ Il principio di sussidiarietà, (sentenza 192 del 2024 della Corte Costituzionale, che ha dichiarato l'illegittimità parziale della legge n. 86/2024 - Disposizioni per l'attuazione dell'autonomia differenziata delle Regioni a statuto ordinario ai sensi dell'articolo 116, terzo comma, della Costituzione -) reca in sé l'idea di una flessibilità dell'assetto delle competenze, e in particolare della loro distribuzione tra i diversi livelli di governo, che può essere modificato alla ricerca della migliore soluzione atta a soddisfare le esigenze di interesse generale. Di conseguenza, l'attribuzione di qualsiasi funzione (anche legislativa) ad un determinato livello territoriale di governo va valutata con riguardo a tre criteri: l'efficacia e l'efficienza nell'allocazione delle funzioni e delle relative risorse, l'equità che la loro distribuzione deve assicurare e la responsabilità dell'autorità pubblica nei confronti delle popolazioni interessate all'esercizio della funzione. Di qui l'obbligo, in capo alle Regioni richiedenti, di una motivazione rafforzata a giustificazione della modificazione dell'assetto ordinario di ripartizione delle competenze.

medesime condotte forzate, riducendo così i costi di impianto e di manutenzione. Queste turbine, per scongiurare l'insorgere di fenomeni di fatica, devono essere progettate per sostenere 20-30 avvii/fermate al giorno, anziché le 2-3 fermate attuali. Nello stesso tempo anche i generatori devono essere progettati per essere gestibili in modo flessibile. Per garantire la stabilità e affidabilità della rete, si stanno affermando soluzioni basate sull'ibridazione degli impianti idroelettrici con sistemi di generazione da fonti rinnovabili non programmabili (eolico e fotovoltaico), sistemi di assorbimento (p.es. impianti di dissalazione) e altre tecnologie di accumulo (elettrochimiche, flywheel e supercondensatori). I sistemi ibridi hanno il vantaggio di sfruttare al meglio le potenzialità delle varie tecnologie⁶.

Il settore idroelettrico deve affrontare sfide tecnologiche per mantenere in esercizio, in sicurezza ed efficienza, un patrimonio infrastrutturale che ha superato in media 65 anni d'età, ma deve anche affrontare con estrema urgenza alcune questioni burocratiche-amministrative, in primis sciogliere il nodo delle modalità di **rinnovo delle concessioni** e, in secondo luogo, semplificare il **permitting**, entrambi passi indispensabili per mettere a terra nuovi impianti di pompaggio entro i tempi richiesti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e per realizzare i necessari interventi di ripristino e potenziamento degli impianti esistenti. Riteniamo che un impegno straordinario debba essere esercitato da Regione Lombardia, in primo luogo per contribuire a risolvere la questione delle concessioni idroelettriche a livello nazionale e comunitario, e per ottenere il riconoscimento dell'impegno rivolto al mantenimento di livelli ottimali di produzione da FER, a complemento degli aumenti di potenza installata.

Inoltre, nell'assetto attuale le regole del mercato elettrico risultano piuttosto penalizzanti per il settore idroelettrico, perché i segnali di prezzo derivanti dai mercati dell'energia e dai carbon credit del sistema ETS (Emissions Trading System) non attraggono investimenti, come stanno rilevando tuttora gli operatori. Un ruolo attivo per incidere sulla riforma dei mercati elettrici (energia e servizi, incluso il dispacciamento, il capacity payment e l'accumulo) è quindi fortemente necessario.

Segnaliamo che le imprese concessionarie delle derivazioni idriche a scopo idroelettrico sono interessate (e potrebbero essere opportunamente incentivate) a introdurre innovazioni tecnologiche, non solo negli impianti, ma nello sviluppo di soluzioni ibride (con fotovoltaico ed accumuli) e a collaborare, a beneficio della collettività, per la soluzione di situazioni di crisi idrica che sempre più frequentemente si presentano, in presenza di eventi idrici estremi (bombe d'acqua e siccità). La situazione di marcata regressione dei ghiacciai riscontrata su tutti i settori alpini comporta, per esempio, la necessità di intervenire, come peraltro già in corso di attuazione nella vicina Svizzera, con opere di ritenzione idraulica che permettano di non disperdere la preziosa risorsa che comunque non sarà più disponibile a lungo termine come serbatoio naturale.

Continuando nell'esame delle fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico, ricordiamo che la Lombardia risulti anche la Regione italiana con la maggiore produzione da **biomasse** (3911 GWh nel 2023), una risorsa strettamente legata al ciclo dei rifiuti e della produzione agricola. Anche in questo caso andrebbero potenziate le sinergie dei diversi comparti in un contesto di economia circolare che superi i compartimenti stagni di carattere organizzativo e normativo. Ci riferiamo in particolare alla promozione del biogas e dell'upgrade a biometano, per cui sono necessari incentivi al fine di continuare nel tempo la buona utilizzazione degli impianti realizzati con appositi sostegni pubblici.

La diversificazione delle fonti rinnovabili non può non considerare anche la risorsa costituita dal **calore geotermico** e dal calore reflu. La fattibilità dell'impiego di sistemi

⁶ RSE (2024). Il ruolo dell'idroelettrico nel processo di transizione energetica. Collana RSEview Ricerca Sistema Energetico, Milano

non convenzionali applicabili sul territorio italiano per la coltivazione della risorsa geotermica, della potenzialità e sostenibilità del processo di scambio termico con il sottosuolo può essere ad esempio perseguita con sistemi geotermici *closed loop* innovativi, impiegando approfondite analisi geologiche e modellistiche. Il circuito chiuso (*closed loop*) è costituito dall'utilizzo di pozzi verticali e orizzontali senza la necessità di avere un serbatoio geotermico che, invece, è uno degli elementi fondamentali, insieme al gradiente geotermico anomalo e alla presenza di un fluido vettore, nei sistemi geotermici convenzionali. Le simulazioni effettuate da RSE per un sito del territorio lombardo hanno stimato una potenza teorica pari a circa 500 - 1300 kW termici e 25 - 190 kW elettrici⁷, inferiori a quelli ottenibili in altri contesti nazionali, ma non trascurabili in un'ottica di diversificazione. Oltre allo sviluppo di tecniche innovative, tra cui quella testé citata, va inoltre approfondito e potenziato l'utilizzo della risorsa geotermica a bassa entalpia per la climatizzazione, per cui esistono già stime attendibili delle risorse e sono disponibili tecnologie consolidate.

La rete di **teleriscaldamento**, particolarmente sviluppata in alcune aree lombarde, può fornire un reale contributo alla decarbonizzazione quando la produzione di energia termica avvenga con la concorrenza di cogenerazione, di utilizzo di fonti rinnovabili e di recupero di calore di scarto; opportune combinazioni di questi fattori consentono di identificare la rete come “teleriscaldamento efficiente”, ai sensi del D.Lgs 4 luglio 2014 n. 102.

Infine, va sottolineata l'importanza per **l'intero settore industriale** italiano della transizione in atto, per cui, accanto agli interventi atti a rendere disponibile l'energia necessaria a costi competitivi, è necessario favorire con adeguati supporti le opportune trasformazioni del ciclo produttivo, con particolare riferimento all'uso dell'energia.

Per il raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica si deve necessariamente affrontare la difficile impresa della decarbonizzazione dei processi industriali, che non può prescindere dal perseguimento delle quattro azioni fondamentali: utilizzo di **fonti rinnovabili**, l'incremento dell'**efficienza energetica** dei processi e dei sistemi, la **digitalizzazione** (Industria 4.0 e successive evoluzioni), e l'utilizzo dei principi di **economia circolare**. Ognuna di queste azioni offre uno specifico e decisivo contributo e solo la loro applicazione sinergica potrà offrire il migliore risultato. Tuttavia, ognuna di esse ha almeno un limite che può essere tecnologico, logistico, economico, ambientale o sociale. È opinione ampiamente condivisa che per raggiungere l'obiettivo delle zero emissioni di CO₂ al 2050, queste quattro azioni devono essere accompagnate dall'elettrificazione dei processi industriali. Tuttavia, la comunità scientifica è concorde sul fatto che l'elettrificazione dei processi industriali non possa superare il 50÷55%, anche se recenti studi sostengono che nel lungo termine si possa arrivare al 78% di elettrificazione. In realtà, anche se il potenziale di elettrificazione del settore industriale è molto elevato, le tecnologie di sostituzione dei combustibili fossili con energia elettrica a basse emissioni di carbonio sono per molti processi industriali ancora a livello di laboratorio e/o largamente iniziali.

La dirigenza privata e pubblica CIDA è impegnata nei processi di innovazione in grado di conseguire gli obiettivi di produzione energetica da fonti rinnovabili e la necessaria competitività del sistema territoriale lombardo per lo sviluppo sostenibile.

⁷ Colucci F., Agate G., Bernardo N. (2021). Analisi geologiche e simulazioni numeriche per sistemi geotermici innovativi e sigillati Rapporto RSE n. 21010361