

*Onorevole Ministro, Magnifico Rettore, Colleghe e Colleghi, Studentesse e Studenti, Autorità, Signore e Signori.*

È per me un privilegio tenere la prolusione all'inaugurazione del 25° anno accademico dell'Università del Piemonte Orientale. Un quarto di secolo è una tappa importante per una istituzione che, seppur giovane, ha raggiunto brillanti risultati in qualità e quantità non solo nella ricerca e nella didattica, ma anche nella terza missione.

Tutto il sistema delle università italiane può e deve giocare un ruolo fondamentale e strategico in una epoca di grandi cambiamenti sociali, culturali, tecnologici ed energetico-ambientali. Dopo la pandemia da Covid-19 e la guerra in Ucraina, purtroppo ancora in corso, i temi dell'energia e dei cambiamenti climatici sono gli argomenti più dibattuti, da cui dipende il futuro delle prossime generazioni. Il lavoro ormai trentennale del Panel intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) ha messo in evidenza, oltre ogni ragionevole dubbio, che la considerevole concentrazione dei gas serra in atmosfera è la principale causa dell'incremento della temperatura media del Pianeta e dell'aumento degli eventi meteorologici estremi: uragani, tempeste, bombe d'acqua, nubifragi ed elevate escursioni termiche, con temperature massime da record, mai registrate negli ultimi centocinquant'anni.

Il tema della transizione energetico-ambientale è stato oggetto del G20 e della recente Conferenza mondiale sul clima COP-27 in Egitto. Già dagli argomenti affrontati è evidente l'intima interconnessione tra le Persone abitanti della Terra, il Pianeta e gli ecosistemi e la Prosperità economica (le famose 3P). Il consumo annuo dei combustibili fossili, che quantitativamente ha superato i 14 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (carbone, gas naturale e petrolio), è stato ed è il motore dell'economia mondiale e della prosperità. Con 92 mila miliardi di dollari il PIL mondiale è in crescita del 2,5% l'anno, per una popolazione che ha superato gli 8 miliardi di persone. Tutto ha un prezzo, ma la ricchezza sembra essersi sempre più concentrata nelle mani di pochi e i gas serra, che oggi hanno raggiunto i 37 miliardi annui di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti, si distribuiscono equanimente nell'atmosfera del Pianeta, con conseguenze climatiche che colpiscono le popolazioni più povere, fragili e vulnerabili.

La Conferenza mondiale sul clima delle Nazioni Unite COP-21 di Parigi del 2015 e gli incontri successivi hanno fissato i limiti di incremento massimo della temperatura media del Pianeta a 1,5 °C al 2050. La Conferenza di Parigi ha anche dato avvio all'Agenda ONU 2030 con la definizione dei 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG). Potremmo dire che il 2015 è stato l'anno di svolta in cui si è iniziato a definire e ad avviare le strategie di *defossilizzazione*, cioè di liberazione dall'uso dei

combustibili fossili, per quella lunga corsa di 35 anni che viene ormai da tutti definita come il temine di “neutralità carbonica” o, più comunemente, *decarbonizzazione dell’economia*.

L’Europa è in prima linea nell’affrontare la sfida. Con la ripresa economica post-pandemica, le emissioni sono tornate approssimativamente al livello del 2019 e si attestano intorno ai 4 miliardi annui di tonnellate equivalenti di CO<sub>2</sub>, pari a circa l’11% delle emissioni mondiali totali. Il *Green Deal* europeo mira a trasformare l’Unione europea in un’economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva, senza emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050. Un terzo dei 1.800 miliardi di euro di investimenti del piano per la ripresa *NextGenerationEU* e il bilancio settennale dell’Ue finanzieranno il *Green Deal*.

Partendo da questo scenario, proporrei alla vostra attenzione questi tre temi: la decarbonizzazione dell’economia attraverso l’efficienza energetica, le energie rinnovabili e il vettore energetico dell’idrogeno; la mitigazione dei cambiamenti climatici e la solidarietà tra i popoli; l’università, la ricerca e il trasferimento tecnologico come motore per lo sviluppo sostenibile e lavoro qualificato per i giovani.

La transizione verso la decarbonizzazione dell’economia mondiale è un ambizioso obiettivo che richiede la messa in campo di tutte le tecnologie *green*, da implementare con rapidità. Quali sono le prospettive per l’Italia? Il bilancio energetico del nostro Paese mostra come il 40% dell’energia consumata sia legata agli usi civili, in particolare al riscaldamento e al raffrescamento delle nostre abitazioni, il 30% per i trasporti, il 27% per l’industria e il 3% per l’agricoltura. L’energia elettrica rappresenta solo il 22% del totale dell’energia che consumiamo. La guerra in Ucraina ha evidenziato la fragilità del sistema di approvvigionamento energetico e costretto l’Ue a rivedere ancora una volta il piano di decarbonizzazione con la direttiva *Repower EU* del maggio 2022, che ha stanziato 300 miliardi di euro per abbandonare in 5 anni le fonti fossili importate dalla Russia. L’attuazione di un piano di decarbonizzazione coerente con gli obiettivi indicati dalla direttiva *Fit for 55* comporterà nei prossimi 27 anni massicci interventi in almeno tre settori: l’*efficienza energetica*, le *energie rinnovabili* e i *vettori energetici*, che nei prossimi anni saranno l’*elettricità* e verosimilmente l’*idrogeno rinnovabile*.

Le reti elettriche dovranno essere potenziate e sempre più intelligenti e flessibili per aumentare il fattore di penetrazione dell’energia elettrica. Si prevede infatti che entro il 2030 il 65% dell’energia elettrica dovrà provenire da fonti rinnovabili. Essendo queste fonti in gran parte non programmabili (come eolico e fotovoltaico), sarà necessario simulare costantemente il comportamento del sistema elettrico; per questo motivo è stata proposta la realizzazione di un *gemello digitale* dell’intera rete elettrica europea.

La produzione di energia da fonti rinnovabili dovrebbe essere incrementata in Italia almeno del 75%. Solo per il fotovoltaico occorrerebbero almeno 150 mila ettari di superficie (oltre 200 mila campi di calcio) per installare impianti per oltre 200 GigaWatt di potenza di picco. Quindi, nei prossimi 27 anni, dovremmo installare impianti per almeno 8 o 10 GigaWatt all'anno, cosa non facile, considerando che nel 2021 sono stati complessivamente installati solo 1,35 GigaWatt.

Tutta la transizione dovrà essere attentamente pianificata, bilanciando continuamente le esigenze di competitività del sistema produttivo del Paese, ancora molto legato nei processi e nelle tecnologie ai combustibili fossili, con le esigenze dell'adeguamento alle nuove tecnologie *green*. Come si riuscirà, dunque, ad aumentare il ritmo di realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, superando le retrosie dei «Comitati del NO»? Le Regioni dovranno individuare le aree idonee alla installazione degli impianti, ma l'accettabilità sociale non potrà essere imposta con la forza. Forse ci potrà aiutare il nuovo approccio socio economico delle *Comunità Energetiche Rinnovabili* (Direttiva europea *RED-II*, recepita in Italia con il D.lgs. 199/2021). Questo approccio è teso a stabilire un nuovo rapporto di consapevolezza tra cittadino ed energie rinnovabili, i cui benefici ricadono direttamente anche sulla comunità che ospita gli impianti. In un'ottica di generazione distribuita dell'energia la nuova normativa favorisce e promuove la socializzazione della produzione e del consumo energetico, introducendo il concetto di *energia condivisa*. Le CER rappresentano una occasione unica anche per lo sviluppo tecnologico. Si pensi al continuo bilanciamento tra produzione e consumo, ai sistemi di accumulo energetico termico con pompe di calore, all'accumulo elettrochimico con le batterie e all'intelligenza artificiale per la gestione della comunità energetiche per la massimizzazione dell'energia condivisa.

L'efficienza energetica nel Paese dovrebbe raggiungere il 13% nel 2030 e il 30% nel 2050; i consumi energetici nazionali negli usi finali passerebbero così dagli attuali 126 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) a circa 90 Mtep. Vale la pena di illustrare tre progetti di efficientamento energetico che riguardano i trasporti innovativi, l'illuminazione e l'edilizia storica.

Come sappiamo, uno dei settori strategici per l'economia è quello dei *trasporti*, dove l'efficienza energetica e la decarbonizzazione non è solo legata alla sostituzione *tout court* dei combustibili fossili, ma richiede anche una rivoluzione nelle motorizzazioni e nei sistemi di trasporto. Una nuova infrastruttura come *Pipenet – Physical Internet*, per esempio, potrebbe essere realizzata entro il 2050 come rete infrastrutturale paneuropea, da affiancare alle attuali vie ferroviarie e autostradali. Le dimensioni consentono anche la posa sottomarina, al pari dei gasdotti, per i collegamenti con le isole e tra i porti. La nuova infrastruttura di trasporto sarebbe costituita da una rete di tubi ad aria evacuata e motori elettrici lineari *Maglev*, autoalimentati da pannelli fotovoltaici. I bassissimi consumi energetici sarebbero ottenuti grazie all'assenza di attriti aerodinamici e al recupero dell'energia

cinetica. Le capsule con 500 kg di merci o con un massimo di tre persone a bordo potrebbero viaggiare ad altissima velocità, fino a 1.500 km/h. La capacità di trasporto merci potrebbe raggiungere 1 ton/sec e, in futuro forse per le persone, oltre 20 mila passeggeri/ora. Per il recapito delle merci fino a 10 kg nell'ultimo miglio si ipotizza l'uso di droni teleguidati e confinati in appositi *slot* di aerovie periurbane, da cui i droni stessi possano sfociare verso i balconi o le finestre delle abitazioni. Sono allo studio dispositivi di interfaccia drone-edificio che consentano la ricezione e l'invio della merce in arrivo e in partenza. Si pensi anche alla raccolta dei rifiuti verso torri energetiche/ambientali di recupero o di riciclo.

Un altro esempio di efficienza energetica, che tutti noi abbiamo in gran parte già sperimentato, è la sostituzione delle vecchie lampadine a filamento con lampade a LED. Questa rivoluzione tecnologica è frutto di una ricerca scientifica di un ingegnere giapponese, Shuji Nakamura, che nel 1994 riuscì a realizzare un LED blu ad alta potenza, grazie al quale, combinando la sua luce con quelle dei LED di colore rosso e verde già disponibili, inventò la celebre lampada a LED. Per questa invenzione il professor Nakamura ha ricevuto il premio Nobel per la Fisica nel 2014, insieme ad altri due colleghi che avevano studiato il fenomeno dal punto di vista teorico. Dalla nostra recente collaborazione con il premio Nobel è nata una nuova tecnologia nel campo illuminotecnico, tutelata da due brevetti. Si tratta di una speciale pavimentazione dotata di materiale fotoluminescente che, abbinata al laser blu, consente un significativo risparmio energetico fino al 30% a parità di luminanza. Il laser, con opportuna apertura programmabile del fascio luminoso e tempi di persistenza, spazzolando di notte la pavimentazione a intervalli regolari, ricarica alcuni sassolini fotoluminescenti. Questi materiali riemettono luce per alcune ore, rendendo visibile la strada o la piazza anche in presenza di nebbia.

Circa l'edilizia storica, l'Italia ha il più grande patrimonio di edifici al mondo e sappiamo quanto sia difficile l'efficientamento di questi immobili. La ricostruzione post-terremoto che sta interessando il cratere del sisma di Umbria, Marche, Lazio e Abruzzo è una opportunità per ristrutturare e/o ricostruire gli edifici con alte prestazioni. L'adozione dei criteri ambientali minimi (CAM) e dei protocolli energetico-ambientali suggeriscono l'adozione di standard qualitativi che diventano parte integrante del valore dell'immobile. Le "Ex scuderie" del complesso benedettino della Rocca di Sant'Apollinare nel comune di Marsciano sono un esempio emblematico. L'edificio, oggi sede operativa del Centro di Ricerca sulle Biomasse, è stato recuperato grazie ai finanziamenti del Ministero dell'Ambiente dopo il terremoto, che ne aveva compromesso la stabilità. Fin dalla progettazione e nelle successive fasi di cantierizzazione e lavori il protocollo LEED-GBC-HB ha orientato le scelte verso l'adozione delle migliori tecniche disponibili.

L'energia, infine, ha bisogno di essere immagazzinata e trasportata. Con l'abbandono dei combustibili fossili, la produzione di idrogeno rinnovabile come vettore energetico dovrebbe raggiungere in Italia circa 1 milione di ton/anno al 2030 e circa i 6 milioni di tonnellate annue al 2050 (pari al 18% del consumo energetico nazionale). Oggi la tecnologia più diffusa per la produzione dell'idrogeno a prezzi relativamente bassi è il processo di *steam reforming* di gas naturale, carbone o petrolio con vapore. È un processo chimico ad alta temperatura e pressione, che rappresenta circa il 95% dell'intera produzione mondiale, pari a circa 70 milioni di tonnellate annue. Esso comporta rilevanti emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera; per questo motivo sono attribuiti i colori nero o marrone o grigio all'idrogeno così prodotto.

Oggi si parla invece di idrogeno verde, cioè senza emissioni nette di CO<sub>2</sub>, nella prospettiva di ricavarlo utilizzando solo energie rinnovabili. Come vettore energetico l'idrogeno verde non solo deve sostituire l'idrogeno grigio o nero per usi industriali, ma anche immagazzinare e rendere disponibile energia rinnovabile per i sistemi di trasporto; in particolare, per treni, tir, navi, aerei e autoveicoli.

Il 2020 è stato l'anno di svolta con il lancio delle strategie sull'idrogeno a livello europeo. Anche l'Italia, attraverso il MUR, ha adottato la Strategia Italiana sulla Ricerca dell'Idrogeno (SIRI), alla quale sono orgoglioso di aver dato il mio piccolo contributo.

Nei trasporti l'idrogeno trova applicazione nei veicoli che sono sostanzialmente mezzi elettrici, in cui l'elettricità è prodotta a bordo grazie a dispositivi elettrochimici (le "celle a combustibile"). In questi dispositivi (alcuni dei quali anche da noi realizzati con una storica collaborazione con FN di Bosco Marengo), l'idrogeno proveniente dalle bombole del veicolo è utilizzato con l'ossigeno dell'aria per una reazione elettrochimica senza combustione, che permette la produzione ad alta efficienza (oltre il 60%) di elettricità. Lo scarto della reazione elettrochimica è costituito soltanto da vapore acqueo. I vantaggi sono evidenti: il rifornimento di idrogeno nelle bombole a 300 o 700 Bar è fatto in pochi minuti e l'autonomia è confrontabile con quella degli attuali veicoli a benzina o a gasolio. Infatti per un'autovettura, con un kg di idrogeno, si possono coprire 100 km; quindi con 6 o 7 kg del nuovo propellente si può raggiungere un'autonomia di circa 600-700 km. Già esistono in commercio auto a idrogeno prodotte in Corea del Sud e in Giappone, ma in Europa manca ancora un'adeguata rete di distributori; soprattutto, i costi non sono ancora competitivi con i combustibili fossili. A oggi in Italia sono aperti al pubblico solo due distributori, a Bolzano e a Mestre. Nel primo, il prezzo per ogni kg di idrogeno arriva a superare i 15 euro: è ancora troppo elevato per immaginare, nel breve, una diffusione delle auto così alimentate. La situazione, però, potrebbe cambiare rapidamente con la realizzazione di una trentina di *Hydrogen Valleys* e un centinaio di distributori, da

realizzare grazie al bando che le Regioni hanno lanciato proprio in questi giorni su *input* del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, con un cofinanziamento di 450 milioni del PNRR.

Come potrebbe essere prodotto l'idrogeno da fonti rinnovabili a costi più contenuti? Produrre idrogeno, riducendo la presenza di CO<sub>2</sub> in atmosfera, a partire da biomasse è una valida alternativa rispetto all'elettrolisi dell'acqua, che utilizza energia elettrica rinnovabile. Le biomasse erbacee e/o zuccherino-amidacee e la frazione organica dei rifiuti da raccolta differenziata sono già utilizzate negli impianti di digestione anaerobica per la produzione di biogas e la generazione di energia elettrica incentivata. Con la fine degli incentivi prevista nel 2024, questi impianti potranno essere facilmente trasformati per la produzione di biometano o metano rinnovabile, che potrà essere immesso in rete o trasportato in carri bombolai. Gli attuali impianti di *steam reforming* per la produzione di idrogeno grigio alimentati a gas naturale, con un semplice contratto di acquisto, potrebbero essere alimentati da questo nuovo biometano, in modo che l'idrogeno prodotto sia idrogeno rinnovabile senza emissioni nette di CO<sub>2</sub>, anzi con una parte stoccata nel terreno come digestato/compost.

L'incremento della produzione, fino a 6 miliardi di metri cubi all'anno, di biometano da biomasse erbacee potrebbe inoltre essere ottenuto incrementando la costruzione di nuovi impianti di digestione anaerobica, alimentati dai rifiuti organici da raccolta differenziata o dalle biomasse erbacee (per esempio, cardo e cartamo) ottenute dalla coltivazione di una parte degli oltre 4 milioni di ettari di terreno agricolo marginale, abbandonati dagli agricoltori negli ultimi cinquant'anni. Il contributo maggiore, tuttavia, potrebbe arrivare dai boschi e dalla filiera del legno. Le stime fatte dal Centro nazionale di Ricerca sulle Biomasse ci consentono di affermare che nel 2050, al netto dell'efficienza energetica del 30%, le biomasse, come energie rinnovabili programmabili, potrebbero contribuire a un terzo del fabbisogno energetico nazionale. Già oggi esse rappresentano circa il 50% di tutte le energie rinnovabili utilizzate in Italia, considerando, oltre all'energia elettrica, anche l'energia termica prodotta attraverso i biocombustibili solidi derivati dal legno (la legna da ardere, il pellet, il cippato e le bricchette), i biocombustibili liquidi (oli vegetali e animali) e i biocombustibili gassosi (il biogas e il biometano). Senza passare dall'elettricità, ma utilizzando direttamente l'energia delle biomasse lignocellulosiche, frutto dell'energia solare accumulata con la fotosintesi, è possibile utilizzare il processo di gassificazione con vapore (*steam gasification*) per produrre direttamente idrogeno con rendimenti altissimi. Da 12 kg di legna triturrata si può arrivare a ottenere quasi 1 kg di idrogeno per conversione diretta dalla chimica del legno alla chimica dell'idrogeno e stoccaggio di CO<sub>2</sub> nel Biochar. Se invece si volesse produrre elettricità dal legno, per poi usarla per produrre idrogeno dall'elettrolisi, si perderebbe oltre l'80 % di energia. L'impianto di Senden in Germania riesce a produrre idrogeno rinnovabile dal cippato di legna a costi inferiori a 3 Euro al Kg; anche l'Italia ha implementato questa tecnologia nel prototipo dell'ENEA Trisaglia, in Basilicata.

Fino al 2035, l'anno in cui, secondo la direttiva europea *Fit for 55*, dovrebbe cessare la vendita di veicoli a benzina e gasolio, troveranno applicazione anche i biocarburanti di seconda generazione ottenuti da biomasse lignocellulosiche, che non confliggono con le filiere agricole destinate all'alimentazione umana e animale. L'Italia, con la bioraffineria di Crescentino, fortemente voluta dal compianto ingegner Guido Ghisolfi, oggi gestita dall'ENI attraverso la società Versalis, rappresenta una eccellenza nel panorama europeo. L'impianto trasforma la paglia di grano o di riso o il cippato di legna in bioetanolo utilizzato come additivo per le benzine. Come sottoprodotto del processo si ottiene la lignina, una materia naturale ricca di applicazioni. Tra queste applicazioni ci sono anche quelle messe a punto nei nostri laboratori, come il poliuretano di lignina, un ottimo bioisolante termico in grado di immagazzinare circa 2 tonnellate di CO<sub>2</sub> ogni 10 metri cubi di volume, oppure l'intonaco a base di lignina al 20%, in grado di immagazzinare 1,5 tonnellate ogni mille metri quadrati di intonaco. L'uso della lignina in edilizia è un modo di immagazzinare la CO<sub>2</sub> nelle costruzioni, evitando che venga reimpressa in atmosfera.

Va ricordato che molte delle sostanze chimiche oggi ottenute dal petrolio possono essere prodotte a partire dalle biomasse sotto forma di biopolimeri, da cui si ottengono bioprodotti con grandi potenzialità applicative. Lo sa bene Novamont, *leader* mondiale in questo settore, con quartier generale qui a Novara. Anche nei nostri laboratori sono in produzione il GammaValeroLattone (GVL), un solvente organico naturale e la Cellulosa NanoCristallina (NCC), con grandi proprietà meccaniche e ottiche, di grande valore commerciale (da 5 a 20 euro il grammo), estratta dalla cellulosa amorfa. Questa trova applicazioni nella produzione di carta valori, super-colle, *packaging* e biocompositi. Il processo messo a punto nei nostri laboratori ci ha permesso di ideare la macchina per l'estrazione della NCC che abbiamo brevettato; abbiamo potuto così sottoscrivere un accordo di collaborazione con la Zecca Poligrafico dello Stato.

La biomassa lignocellulosica è la più abbondante in natura. Mentre a livello mondiale esistono problemi di deforestazione, in Italia e in Europa le foreste sono in continuo aumento e il dato dell'ultimo inventario sulla silvicoltura mostra che in Italia viene utilizzato meno del 30% del legno che cresce ogni anno, contro una media europea di oltre il 75%. Paradossalmente siamo tra i maggiori importatori di legno da opera, per le costruzioni e l'arredo e per gli usi energetici come legna e il pellet. I boschi italiani, costituiti da oltre 12 milioni di ettari in gran parte abbandonati e non coltivati, sono prevalentemente cedui e necessitano di un'accorta pratica silvicolturale, che consenta ogni trent'anni di rinnovare il bosco stesso. Questa pratica permette di incrementarne la capacità di assorbire CO<sub>2</sub> dall'atmosfera, di prevenire gli incendi tutelando la biodiversità, di coltivare i prodotti del sottobosco, incrementandone anche gli usi turistici e i servizi ecosistemici. Proprio qui in

Piemonte il Ministero dell'Agricoltura ha avviato, con il progetto *FOR-Italy*, un corso di formazione per operatori forestali.

Passo ora al secondo punto della mia trattazione. La lotta ai cambiamenti climatici intrapresa con la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> potrebbe risultare insufficiente, da sola, a scongiurare il riscaldamento globale. I gas clima-alteranti presenti in atmosfera rimarranno a lungo dispersi e saranno riassorbiti solo con gradualità dal mare e dalle foreste nel corso di decine di anni. La persistenza dell'effetto serra potrebbe quindi creare un picco di temperatura con un incremento ben superiore a quel 1,5°C auspicato. Come contrastare con immediata efficacia il riscaldamento globale, coniugando tecnologia e solidarietà tra i popoli? Il progressivo abbandono dell'uso dei combustibili fossili non basta, da solo, ad assicurare uno sviluppo sostenibile integrale e armonioso della civiltà umana. Al contrario, l'impedire l'uso di tali combustibili a Paesi poveri o in via di sviluppo potrebbe far piombare intere popolazioni nella miseria, innescando guerre civili e grandi flussi migratori.

Alla recente COP-27 abbiamo avuto l'opportunità di poter portare il nostro contributo con il progetto "Albedo", frutto della ricerca italiana del CIRIAF e di gruppi di università di vari paesi (Australia, Stati Uniti, Canada e Spagna). Il suo obiettivo è di alleviare il problema della fame e della povertà di popolazioni povere, in particolare quelle africane dell'area subsahariana, contribuendo in modo significativo a mitigare il riscaldamento globale. Ridurre la forzante radiativa solare, aumentando l'albedo terrestre, è come "abbassare il fornello sotto la pentola", cioè il Pianeta. Questo obiettivo si ottiene ricoprendo grandi superfici agricole con particolari membrane bianche dette *retro-reflecting*, dotate di micro-sferule di vetro per la pacciamatura degli ortaggi. La radiazione solare è così in gran parte riflessa fuori dall'atmosfera, prima che venga assorbita dal terreno e trasformata in calore.

Se consideriamo il bilancio energetico della Terra, notiamo che una parte di radiazione solare è riflessa fuori dall'atmosfera dalle nubi e dagli aerosol atmosferici, mentre una grande quantità è assorbita dalla superficie terrestre e dagli oceani. L'atmosfera, al pari di un vetro di una serra, è trasparente alla luce solare, che ha mediamente brevi lunghezze d'onda da 0,3 a 3 micrometri. Quando l'energia raggiante entrata nell'atmosfera raggiunge la superficie del Pianeta, viene assorbita dal terreno e lo riscalda. Anche se non visibile all'occhio umano, le superfici calde riemettono un'altra radiazione, quella infrarossa, caratterizzata da lunghezze d'onda dieci volte maggiore di quella visibile, da 4 a 25 micrometri. Questa radiazione non riesce più ad oltrepassare l'atmosfera, resa oggi più opaca dalla elevata concentrazione di CO<sub>2</sub>. La pacciamatura, unita a una particolare preparazione del terreno e ad altre semplici pratiche colturali, come la subirrigazione, evita l'evaporazione, con una riduzione consumo di acqua del 90%. Il risultato è la produzione di cibo in abbondanza con pochissima acqua nelle aree maggiormente soleggiate e semiaride del Pianeta. Dopo cinque anni di



sperimentazione si è osservato che, alle latitudini del Sahel, 5 o 6 metri quadrati di superficie di membrana pacciamante a elevato albedo per l'orticoltura, se mantenuta pulita, compensa l'effetto serra di una tonnellata di CO<sub>2</sub>. Il risultato può essere certificato con misure da satellite, contabilizzando l'energia solare riflessa in più rispetto alla situazione antecedente la pacciamatura del terreno.

La commercializzazione, anche su base volontaria, dei crediti di compensazione di CO<sub>2</sub> così ottenuti permetterebbe di autofinanziare la diffusione del progetto su larga scala, facendo crescere l'economia locale, con la costruzione di scuole, ospedali e case dignitose per popolazioni povere e costrette per ragioni economiche all'emigrazione. Il Fondo *Loss and Damage*, istituito a conclusione della COP-27, potrà avviare un primo progetto di alcuni chilometri quadrati, che poi autofinanzierà altri progetti analoghi, grazie ai crediti di carbonio equivalenti, il cui valore sfiora i 100 euro a tonnellata di CO<sub>2</sub> (compensata). Se volessimo, per esempio, compensare immediatamente tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> dell'Italia, oggi pari a circa 400 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>, a partire dal 2024 fino al 2050, seguendo il piano di decarbonizzazione, dovremmo ogni anno realizzare una superficie orticola di vari km quadrati via via decrescente. Il primo anno 2024 dovrebbe essere di duemila km quadrati, che scenderebbero a mille nel 2030, fino a zero nel 2050. Il totale della superficie coltivata in zone aride arriverebbe complessivamente a circa 25 mila km quadrati, poco meno della superficie della Sicilia. Le coltivazioni orticole così realizzate potrebbero soddisfare le esigenze alimentari di oltre venti milioni di persone, migliorandone le condizioni socio-sanitarie, educative e abitative. Il valore economico di un tale progetto sarebbe di 14 miliardi all'anno, la metà di quanto il nostro Paese investe in Africa. L'auspicio è che l'Italia, con le proprie imprese e il sistema della ricerca (anche con il "Progetto Mattei"), abbia un ruolo rilevante, contribuendo all'istituzione di una *agenzia per la certificazione dei crediti di carbonio equivalenti generati dall'incremento dell'albedo terrestre*. Il progetto sarà presentato nella prossima Conferenza mondiale sull'acqua che si terrà alle Nazioni Unite a New York dal 22 al 24 marzo.

Per finire, permettetemi di dire che l'università e il sistema della ricerca in Italia hanno una grande ricchezza: il patrimonio umano fatto di ricercatori straordinari pieni di idee innovative. L'Italia è al primo posto nel mondo per produttività scientifica rispetto al PIL e alle risorse investite nella ricerca. Abbiamo mediamente la metà dei ricercatori delle altre nazioni in relazione alla popolazione, ma una delle più alte produttività in termini di pubblicazioni scientifiche *pro capite*. La transizione energetico-ambientale ci offre una occasione unica e straordinaria per mettere a frutto la nostra creatività, per trasformare la nostra Patria, povera di materie prime e di fonti energetiche fossili, in un Paese moderno capace di generare ricchezza e lavoro con le tecnologie innovative *green*.

Nonostante varie iniziative regionali o locali di alcuni atenei, purtroppo non abbiamo un sistema organico e strutturato, articolato sul territorio nazionale, che tuteli e valorizzi pienamente i risultati della ricerca scientifica italiana e il capitale umano dei dottori di ricerca. Ogni anno conseguono il *PhD* oltre ottomila dottori di ricerca, di cui più dell'80% italiani. Tuttavia, a un anno dal conseguimento del titolo, il 15% trova lavoro all'estero e il 50% lavora con una sotto-occupazione rispetto alla specializzazione conseguita. L'importanza della proprietà intellettuale (brevetti, *copyright*, ecc.) è sottolineata da uno studio dello *European Patent Office* di Monaco (EPO) sulle piccole e medie imprese, che sono la spina dorsale del nostro sistema produttivo. Le PMI che possiedono proprietà intellettuale godono di migliori risultati economici rispetto a quelle che non lo fanno, hanno entrate superiori del 28% per dipendente e pagano ai dipendenti una retribuzione del 20% superiore rispetto ai non proprietari. L'analisi dei brevetti in *portfolio* al 2021 attribuiti alle università e alla ricerca pubblica italiana (Netval) non è confortante. Il nostro Paese, con i suoi 7.815 brevetti (circa la metà attivi) si colloca molto al di sotto degli altri Paesi: 32 mila in Germania, 17 mila in Francia, 24 mila nel Regno Unito, per non parlare della Cina, che ha avuto un incremento vertiginoso, arrivando a depositare quasi 3 milioni di brevetti in un solo anno.

Il MUR è consapevole che il trasferimento tecnologico e la valorizzazione della proprietà intellettuale siano un elemento essenziale per lo sviluppo del Paese. I recenti fondi del PNRR hanno consentito di finanziare, con oltre 9 miliardi di euro, 5 Centri Nazionali, 11 ecosistemi dell'innovazione, 49 infrastrutture di ricerca e tecnologiche, 14 partenariati estesi e molto altro ancora. La ricerca italiana non aveva mai visto una tale quantità di risorse. Purtroppo non si è ancora colta l'opportunità straordinaria del PNRR per realizzare una efficiente Agenzia, distribuita sul territorio nazionale, per la tutela e la valorizzazione della proprietà intellettuale: un ente che possa garantire omogeneità e alta qualità in tutto il Paese, colmando anche lo squilibrio Nord-Sud, organizzata con strutture operative locali periferiche vicine agli atenei e ai territori. Il modello francese, costituito da tredici SATT (*Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies*), o il modello tedesco, formato da 30 PVA, agenzie di valutazione e valorizzazione dei brevetti, sono esempi che possiamo adattare alle esigenze del nostro Paese. Occorre avere esperti che, selezionando le idee più promettenti al momento, siano in grado di valorizzarle trasformandole in un pacchetto completo, una proposta appetibile agli investitori, come dimostra l'esperienza della Fondazione Oxford University Innovation. Ricerca di mercato, prototipo, *business plan*, *manager* e responsabili di progetto — spesso gli stessi inventori e magari dottori di ricerca — sono gli ingredienti indispensabili che il pacchetto dovrà comprendere, per poter essere proposto ai *venture capital* o ai *business angel*, imprese che vogliono espandersi con nuovi rami di azienda. Forse siamo ancora in

tempo per lanciare una grande iniziativa in questo campo, un modello italiano in grado di valorizzare i ricercatori e la ricerca per lo sviluppo del Paese e l'occupazione di qualità.

Molti risultati della ricerca scientifica hanno avuto applicazioni che hanno migliorato la qualità della vita e favorito la crescita sociale e culturale del genere umano. La sfida mondiale della transizione energetico-ambientale con la decarbonizzazione può e deve essere una enorme opportunità di crescita e sviluppo per il nostro Paese. L'onorevole ministro Bernini, ha dato una bella definizione di università: «Le università sono fabbriche che producono futuro». Sono convinto che il sistema degli atenei italiani, di cui l'Università del Piemonte Orientale è parte integrante, saprà costruire migliore quel futuro, in modo solidale e sostenibile.

Grazie.