**Innovazione e Geopolitica**

Un primo passo necessario all’interno di un’analisi che riguardi il nesso tra innovazione e geopolitica concerne necessariamente la comprensione del significato attribuito ai due termini. Nonostante non esista una definizione universalmente accettata, vi è un generale accordo nel considerare la Geopolitica un approccio soggettivo alla politica con carattere prescrittivo, che mira a individuare minacce e opportunità per un paese. La disciplina può essere considerata un metodo attraverso il quale analizzare le situazioni di potere, focalizzandosi sul ruolo decisivo dei fattori geografici; in questo caso si parla anche di geografia politica applicata. Al contrario, la reale comprensione del termine innovazione è spesso erroneamente data per assodata; sono molti a confondere però l’innovazione con la semplice invenzione o scoperta di un nuovo prodotto. In realtà, il termine innovazione fa riferimento alla dimensione applicativa di una scoperta. In altre parole, quando a una scoperta è possibile assegnare un’applicazione economica si parla, appunto, di innovazione. Esiste, quindi, una differenziazione significativa tra invenzione e innovazione, la cui genesi è da attribuire all’economista austriaco Joseph A. Schumpeter, che già nel 1911 si era espresso sul tema (2002).

**Il ruolo della tecnologia nelle dinamiche di potere**

L’innovazione risulta fortemente connessa alla dotazione tecnologica, un elemento che mantiene uno stretto legame anche con la geopolitica e con i suoi elementi caratterizzanti: il sistema internazionale degli stati nazione, il potere politico e la geografia. Si tratta di radici che risalgono al momento dello sviluppo del moderno sistema internazionale degli stati nazione, che arbitrariamente si fa risalire al 1789. Questo momento coincide con la Rivoluzione Industriale e con l’inaugurazione dell’era in cui i fattori tecnici di produzione – e anche di distruzione – iniziano a svolgere un ruolo cruciale per l’attività umana. Ovviamente questa coincidenza non è fortuita. Di fatto, i miglioramenti nei sistemi di trasporto e di comunicazione si sono rivelati indispensabili non solo a fornire la coesione interna necessaria per la creazione dello stato nazione, ma hanno reso possibile anche la mobilitazione su larga scala della popolazione civile e delle risorse, tutti elementi caratterizzanti le società industriali (Turner, 1943). Particolarmente importante risultò, in quel periodo, lo sviluppo della comunicazione su rotaia.

Il potere nazionale è, quindi, il prodotto della sinergia di un’ampia gamma di elementi stabili ed elementi dinamici. Del primo gruppo fa sicuramente parte la geografia, in assoluto l’elemento più stabile. Già Nicholas Spykman intendeva la geografia come una predisposizione. E così, prendendo le distanze sia dal determinismo di Ratzel che dal possibilismo di Vidal de la Blache, l’autore di origini olandesi considerava la Geografia l’elemento fondamentale nella formazione nazionale in quanto, nella sua visione, rappresentava l’elemento più permanente, stabile e immutabile; il carattere in base al quale gli stati delineano le proprie politiche. All’elemento geografico segue la dotazione di materie prime, utili sia in campo industriale sia per fini bellici. Queste materie rappresentano un altro fattore relativamente stabile che esercita una importante influenza nel determinare la supremazia di una nazione sulle altre. Tra gli altri fattori essenziali, il più dinamico è sicuramente la tecnologia. è, infatti, la dotazione tecnologica, e in particolare, il divario tecnologico bellico a determinare il destino delle nazioni, soprattutto laddove la parte più debole non è in grado di compensare tale divario con altri mezzi. Risulta pertanto necessaria un’analisi del ruolo svolto dall’elemento tecnologico nell’interno dell’evoluzione delle tecniche belliche.

Quando l’arma principale era una rudimentale ascia composta da un bastone e da una pietra scheggiata, la guerra e le sue implicazioni di carattere economico erano tutt’altro che complesse. Infatti, le materie prime risultavano particolarmente semplici da scovare e le operazioni di costruzione facili da realizzare. Tuttavia, i meglio armati non erano sempre quegli uomini che più facilmente di altri potevano procurarsi la selce o i tendini degli animali. Infatti, la condizione di superiorità dipendeva soprattutto dall’abilità nel trasformare quegli elementi in armi. Successivamente, con l’invenzione della metallurgia le basi geografiche, sia di carattere economico che tecnologico, dell’azione militare diventarono ben più complicate, sia nella dimensione spaziale che nelle istituzioni volte a promuoverle. Si aprì, così, la caccia ai depositi di rame più accessibili. I minerali e i metalli iniziarono ad essere trasportati in luoghi appositi dove, grazie alle abilità degli uomini, sarebbero stati trasformati in armi. In questo caso, per la costruzione delle armi era necessaria una più ampia gamma di abilità e conoscenze rispetto a quella richiesta per la produzione delle prime rudimentali armi in pietra. Il complesso di queste azioni venne organizzato, per la prima volta, all’interno delle antiche culture urbane. Queste si reggevano sulla capacità di produrre una quantità di cibo sufficiente a consentire a una parte della popolazione di dedicare le proprie energie ad attività differenti dall’agricoltura. Grazie alla produzione di armi, le culture urbane riuscirono ad estendere il proprio controllo su aree geografiche più vaste, dando così vita agli imperi. Le prime civiltà urbane e gli imperi da queste creati si trovavano originariamente in aree geografiche favorevoli alla produzione agricola; elemento che supportò la differenziazione della società con la nascita di una classe regnante, non dedita all’agricoltura, distinta dai contadini.

In seguito all’invenzione della metallurgia, ogni impresa tecnologica volta al rafforzamento della capacità di produrre benessere, o a facilitare la mobilità di uomini e materiali, ad intensificare lo scambio sociale tra i popoli e a influenzare la tipologia e la progettazione degli armamenti, iniziò ad avere ripercussioni sull’organizzazione e lo sviluppo delle culture urbane. Tra tali conquiste, quelle che consentirono di migliorare l’estrazione di minerali o la lavorazione dei metalli risultarono particolarmente importanti, perché ebbero ricadute sulla produzione di benessere, sui rapporti tra le classi sociali, sull’organizzazione dello stato e sulla forma di potere effettivo.

Successivi progressi si ottennero aggiungendo alla metallurgia l’utilizzo dei cavalli e, nelle epoche successive, con il ricorso all’artiglieria. Ad esempio, già nel XIV e nel XV Secolo, lo sviluppo degli armamenti da fuoco e dell’artiglieria ha segnato un punto di svolta nella distribuzione del potere in favore di quei regni in grado ad utilizzare tali strumenti prima dei loro nemici. Nel XX Secolo, il vantaggio era dato dai sottomarini, dai carri armati, dall’aviazione e dalle armi nucleari; dotazioni militari che hanno concesso un potere enorme agli stati che ne erano in possesso. La loro realizzazione è anche dovuta ai miglioramenti raggiunti in campo chimico e metallurgico, che hanno dato origine a nuovi esplosivi e a metalli più leggeri e più resistenti, oltre ad aver agevolato la produzione e la realizzazione di quantità maggiori di ogni metallo.

Tuttavia, oggi il mero numero di uomini, o il possesso di materie prime, o ancora il mantenimento di posizione strategiche non rappresenta un punto decisivo nelle dinamiche di potere (Diamond, 2014). Solo quelle nazioni che possono contare sul contributo di scienziati, ingegneri o lavoratori qualificati, custodi del sapere necessario per utilizzare macchinari complicati o realizzare complessi processi chimici, possono contare su eserciti adeguatamente equipaggiati. Gli armamenti rappresentano attualmente i dispositivi all’avanguardia di una vasta macchina sociale, organizzata per raggiungere la massima potenza che la tecnologia presente rende possibile produrre. Il contributo della tecnologia in guerra può essere considerato come il fattore determinante capace di mettere in moto gli armamenti nella quantità massima e con la più grande velocità e manovrabilità, in modo tale da poter efficacemente limitare e ridurre le capacità del nemico di raggiungere gli stessi fini.

**L’importanza dell’elemento tecnologico all’interno del pensiero geopolitico classico**

Altro elemento decisivo nei rapporti di potere tra più stati è la posizione geografica, determinata dalla combinazione di due elementi: morfologia e percorsi di movimento. Gli elementi geografici importanti per le relazioni internazionali includono la distribuzione della terra e del mare, la topografia, la rete idrografica, la dimensione del territorio nazionale e la sua attitudine alla produzione. Evidentemente le implicazioni di questi caratteri geografici per le relazioni internazionali e per la sicurezza nazionale non sono immutabili nel tempo, né restano invariabili nello spazio. è risaputo, per esempio, che società sviluppatesi in contesti ambientali simili talvolta presentassero caratteristiche diverse, o che i vari gruppi avvicendatisi nel tempo in una stessa regione spesso utilizzassero l’ambiente fisico in modi profondamente differenti. Seguendo questo ragionamento, che rappresenta l’argomento principale della critica al determinismo ambientale, una catena montuosa può rappresentare una barriera ma anche un passaggio. Al contempo, una vallata all’interno di una catena montuosa può essere un ambiente chiuso e isolato o un punto di passaggio altamente trafficato.

Tecnologia, geografia, potere politico insieme alle dinamiche del sistema internazionale sono, infatti, variabili altamente interdipendenti. Alcuni autori contemporanei, muovendo una critica ai propri predecessori, osservano che all’interno delle opere di alcuni esponenti della geopolitica classica manchino apparentemente precise indicazioni relative all’impatto della tecnologia sul potere nazionale, sulla geografia e sulle dinamiche del sistema internazionale. è spesso riportato l’esempio dell’ammiraglio statunitense A. T. Mahan, il quale, all’interno della sua più famosa opera “L’influenza del potere marittimo sulla storia, 1660-1783”, ha elencato sei fattori fondamentali che determinano lo sviluppo del potere marittimo: la posizione geografica, la conformazione fisica, l’estensione territoriale, l’ampiezza della popolazione, il carattere nazionale e il carattere governativo (Mahan, 1994). In questo elenco, risalta la mancanza di un riferimento allo stato della tecnologia navale. Mahan sosteneva, inoltre, che lo sfruttamento della capacità e dell’abilità nel movimento fornita dal potere marittimo avrebbe consentito agli Stati Uniti di distruggere qualsiasi nemico negli oceani e di difendersi senza la necessità di inviare militari oltremare. Tuttavia, con lo sviluppo dei sottomarini e degli areoplani, la tesi di Mahan è divenuta al quanto insostenibile.

Un altro autore spesso criticato è Sir Halford Mackinder – al quale si deve la teoria del potere continentale – che prende spunto da alcuni dei punti elencati da Mahan traslandoli, però, come elementi del potere peninsulare. L’autore britannico era convinto che il miglioramento dei meccanismi di trasporto terrestre avrebbe portato questi ultimi a superare gli strumenti di movimento marittimo, come principali veicoli di proiezione del potere. Nel discorso di Mackinder, i suoi critici evidenziano una certa avversione o mancanza di considerazione dell’elemento tecnologico. Come prova a sostegno di questa tesi viene sottolineata la poca importanza accordata dall’autore britannico al potere aereo. Al contrario, L. S. Amery viene annoverato tra quei pochi autori classici ad aver tenuto nella dovuta considerazione l’elemento tecnologico come carattere decisivo nel mantenimento e nella conquista del potere. Era convinto che sia il trasporto terrestre che quello marittimo sarebbero stati sostituiti dal potere aereo, e a quel punto gran parte dell’importanza assegnata alla distribuzione geografica sarebbe stata soppiantata dal possesso di basi industriali. Amery sosteneva che la posizione geografica avesse perso l’importanza detenuta in passato. Nel suo pensiero, non saranno, quindi, i paesi posti al centro del continente a detenere un vantaggio, bensì quelle popolazioni dotate di potere industriale che, sfruttando il potere scientifico e l’inventiva, saranno in grado di superare i propri nemici.

Tuttavia, una approfondita lettura delle opere degli autori classici menzionati smentisce l’apparente ridotta considerazione degli aspetti tecnologici loro attribuita. A sostegno di questa tesi saranno forniti nelle prossime righe alcuni esempi. La prima delle sette leggi per la crescita degli Stati ideate da Ratzel evidenzia lo stretto legame che intercorre tra uomo e ambiente, suggerendo che lo spazio, inteso come dimensione degli stati, cresce di pari passo con la sua cultura. Prima di lui, Karl Ritter sosteneva che l’influenza della natura sull’uomo diminuisce con l’evolvere della civiltà. In questo caso è innegabile un riferimento all’intervento umano e, quindi, anche alla creazione di importanti mezzi tecnologici attraverso i quali affrancarsi dal vincolo imposto dalla natura.

Per Mackinder, invece, il reale punto di equilibrio del potere politico in ogni periodo è determinato da un lato dalle condizioni geografiche, intese sia in senso economico che strategico, e dall’altro, dalla presenza di popolazioni numerose, forti, ben equipaggiate e organizzate. Nella seconda parte di questa affermazione è evidente il rimando al contributo tecnologico fornito dall’uomo che aiuta l’uomo stesso nella conquista del potere. Nel 1919, l’autore britannico realizzò quella che attualmente considerata la principale generalizzazione dell’attuale scuola geopolitica:

“Chi controlla l’Europa orientale controlla l’Heartland,

Chi controlla l’Heartland controlla l’Isola-mondo,

Chi controlla l’Isola-mondo controlla il mondo”

individuando nella manodopera il fattore condizionante in grado di determinare le situazioni di potere tra gli stati, e contrapponendo agli aspetti geografici di queste situazioni, l’organizzazione degli stati. Si evince, ancora una volta, come la considerazione secondo cui gli autori classici abbiano ignorato nelle proprie analisi l’aspetto tecnologico risulta decisamente errata. La tecnologia è stata ed è tuttora considerata come un prodotto della cultura dell’uomo, essenziale nel suo rapporto con l’ambiente fisico nel quale vive e opera. In tal senso, Ratzel e Mackinder hanno mostrato una forte attenzione all’elemento culturale nell’analisi dei rapporti di potere tra stati; a differenza dei teorici moderni che sembrano accordare importanza quasi esclusivamente agli aspetti geografici di queste relazioni.

**L’apporto della tecnologia nell’esercizio della guerra**

Oggi il mero numero di uomini, il possesso di materie prime, o ancora il mantenimento di posizione strategiche non rappresenta una decisiva fonte di potere. Solo quelle nazioni che possono contare sul contributo di scienziati, ingegneri o lavoratori qualificati, custodi del sapere necessario per utilizzare macchinari complicati o realizzare complessi processi chimici possono disporre di eserciti adeguatamente equipaggiati. Oggi le forze armate rappresentano i dispositivi all’avanguardia di una vasta macchina sociale organizzata per raggiungere la massima potenza che la tecnologia attuale rende possibile produrre. Il contributo della tecnologia in guerra può essere considerato come il fattore determinante capace di mettere in moto gli strumenti bellici nella quantità massima e con la più grande velocità e manovrabilità, in modo tale da poter efficacemente limitare e ridurre le capacità del nemico di raggiungere gli stessi fini. Come già sostenuto in precedenza, ogni azione, dalla ricerca dei minerali nella Terra alla loro estrazione, passando per ogni processo di manifattura e raffinamento, fino a tutti i movimenti di metalli da e verso il campo di battaglia sono azioni che contribuiscono a costruire la grande sequenza tecnologica, la cui organizzazione e il cui mantenimento rappresenta il problema principale nel condurre una guerra.

Questa grande sequenza tecnologica può contare su quattro fattori principali, ognuno dei quali decisivo nelle diverse fasi in cui si articola la sequenza: materie prime, beni di produzione e di consumo, materiali bellici secondari e materiali bellici primari. La prima fase fa riferimento alla necessità dello stato di dotarsi di una serie di materie prime al fine di realizzare i propri scopi. Di queste materie prime fanno parte anche cibo e carburanti, richiesti necessariamente in grandi quantità per tenere in moto la macchina bellica. Le materie prime essenziali sono, invece, necessarie in quantità ridotte, considerato il loro costo e la loro disponibilità solitamente limitata, e vengono utilizzate per conferire maggiore qualità ai beni lavorati. I vari settori industriali necessitano di una gamma ben definita di materie prime, sia basiche che essenziali. Intaccare la disponibilità di ognuna di queste materie prime è sempre considerato un atto di guerra.

La seconda fase contempla equipaggiamenti industriali e di trasporto di tutti i tipi, necessari per la produzione di beni e servizi essenziali per il mantenimento della popolazione civile per rispondere ai bisogni delle forze armate (cibo, ripari…). La terza fase è dedicata ai materiali bellici secondari, e comprende quelle dotazioni industriali o di trasporto considerate speciali, tra le quali si annoverano impianti o macchinari particolari, utilizzati principalmente per il raffinamento dei materiali bellici primari di ogni tipo. Infine, la quarta e ultima fase comprende macchine da guerra, munizioni e tutte le forniture richieste per mantenere le forze armate, soprattutto al fine di poter disporre di unità da combattimento efficaci in ogni condizione e in ogni area di combattimento.

In sintesi, la grande sequenza tecnologica può contare su mezzi di produzione, mezzi di trasporto, di comunicazione e di offesa. I mezzi di produzione influenzano la lavorazione delle materie prime e la produzione di beni lavorati in ogni fase. I mezzi di trasporto incidono nel determinare il tasso di movimento di materie prime e beni finiti da un luogo a un altro all’interno dell’area geopolitica dalla quale le materie prime sono ottenute e dove avvengono i combattimenti. I mezzi di comunicazione consentono l’organizzazione di sforzi cooperativi complessi che si estendono lungo tutta la grande sequenza tecnologica e in tutta l’area geografica che occupano. I mezzi di violenza determinano i tipi di guerra materiale necessari per combattere e, di conseguenza, colpiscono l’organizzazione e il movimento della grande sequenza tecnologica in ogni fase.

Prendendo spunto dal funzionamento della grande sequenza tecnologica, è possibile individuare diverse modalità in cui la tecnologia influisce sull’intero sforzo bellico. Innanzitutto, la tecnologia è in grado di donare utilità a una precisa materia prima, stabilendo le quantità in cui una materia è necessaria per produrre una serie di beni o per intraprendere un determinato conflitto bellico. Nel caso in cui il territorio non disponga di sufficienti giacimenti, grazie alla tecnologia è possibile creare e sviluppare sostituti delle materie prime disponibili in quantità limitate. Spesso però questi sostituti risultano più costosi e meno efficienti delle materie originali. Forzare una nazione a ricorrere all’uso di materie sostitutive significa aumentare le sue difficoltà a intraprendere un conflitto.

A certi livelli, l’elemento tecnologico influenza la geografia, accordando importanza a talune regioni geografiche in relazione alla disponibilità di materie prime presenti in quelle aree e necessarie allo sforzo bellico, o in base alla presenza sul territorio di impianti per la produzione di armamenti. La tecnologia esercita un’influenza anche sulle modalità di trasporto. Stabilisce, ovviamente, quali mezzi saranno utilizzati per il trasporto delle materie prime, e la quantità in cui tali materiali saranno concentrati in ciascun punto di raccolta. Infine, l’aspetto più importante da considerare è che la dotazione tecnologia determina le forme, fissa le qualità e limita le quantità di materiale bellico che una nazione può produrre e disporre nelle aree di combattimento. Soprattutto stabilisce i differenziali tecnologici legati alle macchine da guerra e alle munizioni, accordando un vantaggio agli eserciti di quelle nazioni in possesso del maggior progresso nell’applicazione delle scienze alla produzione di armi e armamenti. Oggi i differenziali nella manovrabilità e nel potere di fuoco degli aeroplani, nella durezza delle corazzate, nella progettazione delle navi da guerra fanno parte del potenziale bellico di una nazione. Alla luce di quanto visto sinora è possibile sostenere che l’attività militare sia, ormai, fortemente dipendente dalla tecnologia.

**Nuove frontiere: la geoingegneria**

Nell’attuale scenario geopolitico che caratterizza l’Antropocene, una delle questioni più pressanti riguarda sicuramente il cambiamento climatico ormai in atto; un fenomeno che, a prescindere dalle cause che lo inducono e dalle differenti manifestazioni, riguarda l’intera popolazione mondiale, senza distinzioni (Hommel, Murphy, 2013). La geopolitica del futuro dovrà, quindi, interrogarsi sulle possibili conseguenze legate ai cambiamenti di tipo climatico, assumendo una nuova prospettiva fortemente legata alle dinamiche climatiche. In questo caso, la disciplina dovrà necessariamente considerare nelle sue analisi e nelle sue strategie la geoingegneria, lo strumento attraverso il quale sarebbe possibile modificare e controllare artificialmente la temperatura del pianeta (Yusoff, 2013). Alla luce di questo, più che di semplice geopolitica, si discute ormai di geologia politica evidenziando, con l’utilizzo di questa espressione, una prospettiva incentrata sulle c.d. relazioni verticali o ecologiche che legano indissolubilmente l’uomo e l’ambiente fisico (Clark, 2013). In questa visione, i gas climalteranti che rafforzano l’effetto serra diventano elementi integranti delle dinamiche geopolitiche, mentre le attività economiche stanno cambiando la composizione atmosferica globale, influendo sull’acidità degli oceani e sulla sopravvivenza delle specie biologiche e, così facendo, sicuramente influenzeranno in maniera piuttosto profonda il futuro contesto della politica globale. Per contrastare questo scenario, si discute sempre più spesso della possibilità di agire tramite la geoingegneria per alterare artificialmente la configurazione climatica mondiale.

Nonostante sinora i geografi politici non abbiano mostrato particolare interesse per queste tematiche, sarebbe auspicabile un loro maggiore impegno in merito. Complici gli effetti sempre più tangibili del riscaldamento globale e l’inefficacia sinora mostrata dalle soluzioni proposte e concordate, gli attori geopolitici internazionali discutono con sempre maggiore interesse del possibile ricorso alla geoingegneria e ai suoi strumenti tecnici attraverso i quali sistemare la temperatura globale nei prossimi decenni. Le conseguenze del cambiamento climatico stanno accendendo l’attenzione sull’eccessiva concentrazione nell’atmosfera di diossido di carbonio. Considerati i tentativi fallimentari di raggiungere un consenso politico sul controllo delle emissioni, e in attesa che l’accordo di Parigi mostri i primi segni di un concreto cambiamento, la soluzione sempre più auspicata concerne il ricorso a strumenti pratici attraverso i quali modificare artificialmente la temperatura planetaria. Soluzioni artificiali per un problema di radice antropica. Tali soluzioni si fondano sulla considerazione che il pianeta Terra sia un’entità limitata, pertanto le ambizioni geopolitiche e geoeconomiche devono essere regolate da una serie di vincoli necessari per scongiurare il pericolo di catastrofi irreparabili.

Con i termini geoingegneria o ingegneria climatica si fa riferimento a tentativi artificiali, o comunque deliberati, di manipolare alcuni meccanismi fondamentali del sistema climatico della Terra. Le preoccupazioni in merito non sono poche e riguardano aspetti di natura sia istituzionale che tecnica. Innanzitutto ci si interroga su quale entità avrà il potere di decidere se e quando tali tentativi dovranno essere realizzati. Al momento, infatti, non esiste un appropriato sistema di governance internazionale capace di affrontare tali questione. Ad esempio, la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico (UNFCCC) non possiede la necessaria struttura per occuparsi di tali tematiche e le disposizioni previste dalla Convenzione sulla Biodiversità non sembrano ricoprire tutte le possibili implicazioni geoingegneristiche alle quali si andrà incontro.

Le preoccupazioni di carattere tecnico riguardano, invece, i nuovi e numerosi risvolti legati a operazioni di questo genere. Di fatto, non esistono tentativi precedenti sui quali basarsi. Ovviamente le tecnologie geoingegneristiche sono da prendere in considerazione come ultimo tentativo utile, al quale ricorrere dopo aver esaurito tutte le altre soluzioni. È, comunque, necessario accordare a questo tema la dovuta attenzione. In campo geoingegneristico, le principali soluzioni proposte per affrontare le conseguenze del climate change sono due (Dalby, 2015). Si parla innanzitutto di “Solar Radiation Management” (SRM), strumenti progettati al fine di ridurre il livello di insolazione sulla superficie terrestre, in modo tale da ridurre la temperatura e attenuare il cambiamento climatico. In secondo luogo, si discute di “Carbon Dioxide Removal” (CDR), con l’obiettivo di ridurre i livelli di diossido di carbonio nell’atmosfera, agendo direttamente su quei gas responsabili nel determinare la temperatura globale nel lungo periodo (Keith, 2013). In questi due casi, l’utilizzo della terminologia geoingegneria non è sempre preciso e coerente. Infatti, gli strumenti SRM si riferiscono a una serie di tentativi realizzati a livello internazionale, volti a modificare direttamente le condizioni atmosferiche utilizzando mezzi tecnologici, ma si discostano dall’idea alla quale la geoingegneria sembra rimandare, e cioè al lavoro di ingegneri professionisti in grado di manipolare un sistema complesso attraverso le proprie abilità. In ogni caso, vi è da dire che le soluzioni SRM sono ormai generalmente contemplate tra le misure di emergenza da adoperare al fine di gestire in maniera sostenibile il clima globale (Klein, 2014). La rimozione del diossido di carbonio consiste, invece, in una serie di tecniche più comuni, come l’imboschimento o la gestione del territorio, volte a mitigare il cambiamento climatico favorendo il deposito di carbonio. Anche un organismo internazionale dalla comprovata affidabilità come l’IPCC ha iniziato ad occuparsi del tema della geoingegneria, stimolando discussioni politiche a livello intergovernativo. All’interno del quinto rapporto di valutazione, l’Intergovernmental Panel on Climate Change ha sostenuto che nel caso di ricorso alle tecniche SRM e a una loro rapida interruzione, vi sarebbero forti possibilità che la temperatura globale possa bruscamente salire in tempi brevi. In questo caso, la geoingegneria rappresenterebbe quella pericolosa interferenza antropica capace di intaccare il sistema climatico, per fermare la quale l’UNFCCC è stata istituita.

Nel campo SRM, e quindi dei tentativi mirati a modificare il sistema climatico intervenendo direttamente sulla temperatura del sistema globale, vengono discusse numerose tecniche. Innanzitutto, si parla di schermi solari planetari e grandi specchi orbitanti da utilizzare per riflettere la luce solare, rispedendo i raggi UV nello spazio, riducendo così l’intensità dei raggi solari. Considerando le dimensioni della Terra, per raggiungere un effetto sufficiente questi specchi orbitanti dovrebbero avere una estensione particolarmente elevata; ma le tecnologie al momento disponibili per i programmi spaziali non consentono di far orbitare elementi tanto grandi e pesanti. L’obiettivo generale delle SRM è quello di mantenere la temperatura globale all’interno dei livelli dell’Olocene, ovvero in quelle condizioni che consentono all’umanità di far funzionare l’agricoltura globale. A tal fine, le tecnologie SRM più comuni includono la possibilità di iniettare gas pressurizzati nell’atmosfera al fine di imitare artificialmente l’azione dei vulcani, che periodicamente, attraverso le eruzioni, raffreddano il pianeta. Uno dei punti a favore di questa tecnica concerne la sua reversibilità. Tuttavia, prima di implementare tali tecniche, è necessario realizzare esperimenti a scala ridotta per capire come gestire al meglio queste operazioni, facendo fronte ad eventuali effetti collaterali.

Un’altra possibile via riguarda l’incremento dell’albedo, cioè della capacità della superficie terrestre di riflettere la luce solare. Per raggiungere questo obiettivo, molti suggeriscono di utilizzare grandi quantità di vernici bianche per le nuove costruzioni raffreddando, così, gli edifici durante l’estate e riflettendo più luce solare. Altre soluzioni riguardano la possibilità di incrementare la copertura delle nubi, producendo nuvole artificiali o incrementando la superficie di quelle già esistenti, spruzzando acqua marina nello strato inferiore dell’atmosfera. Tutte le tecniche sinora presentate sono accompagnate da una serie di perplessità di natura tecnica riguardo la reale efficacia e l’eventuale presenza di conseguenze inaspettate. Quest’ultimo aspetto è alla base delle principali opposizioni alla geoingegneria.

Bibliografia

Clark N., 2013, “Geoengineering and geologic politics”, *Environment and Planning A*, 45(12), pp. 2825–2832.

Dalby S., 2015, “Geoengineering: The Next Era of Geopolitics?”, *Geography Compass*, pp. 190-201.

Diamond J., 2014, “Armi, acciaio e malattie”, Torino, Einaudi.

Hommel D., Murphy A. B., 2013, “Rethinking geopolitics in an era of climate change”, *GeoJournal* 78, pp. 507–524

Keith D., 2013, *A case for climate engineering*, MIT Press, Cambridge MA.

Klein N. ,2014, *This changes everything: capitalism vs. the climate*, Knopf, Toronto.

Schumpeter J. A., 2002, Teoria dello Sviluppo economico, ETAS, Milano.

Turner R., 1943, “Technology and Geopolitics”, *Military Affairs*, Society for Military History, Vol. 7, No. 1, pp. 5-15.

Yusoff K., 2013, “The geoengine: geoengineering and the geopolitics of planetary modification”, *Environment and Planning* *A*, 45(12), pp. 2799–2808.