



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ EDITRICE

ANNALI DEL DIPARTIMENTO DI METODI  
E MODELLI PER L'ECONOMIA  
IL TERRITORIO E LA FINANZA

2019

**Direttore Responsabile - Director**

Alessandra De Rose

**Direttore Scientifico - Editor in Chief**

Roberta Gemmiti

**Curatrici del numero - Managing Editors**

Adriana Conti Puorger, Cristina Giudici

**Comitato Scientifico - Editorial Board**

Maria Giuseppina Bruno (Sapienza Università di Roma)

Adriana Conti Puorger (Sapienza Università di Roma)

Alessandra Faggian (The Ohio State University)

Francesca Gargiulo (Sapienza Università di Roma)

Roberta Gemmiti (Sapienza Università di Roma)

Cristina Giudici (Sapienza Università di Roma)

Ersilia Incelli (Sapienza Università di Roma)

Antonella Leoncini Bartoli (Sapienza Università di Roma)

Isabella Santini (Sapienza Università di Roma)

Marco Teodori (Sapienza Università di Roma)

Catherine Wihtol de Wenden (CERI-Sciences Po-CNRS Paris).

Copyright © 2019

**Sapienza Università Editrice**

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

[www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)

[editrice.sapienza@uniroma1.it](mailto:editrice.sapienza@uniroma1.it)

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

ISSN: 2385-0825

Pubblicato a dicembre 2019



Quest'opera è distribuita  
con licenza Creative Commons 3.0  
diffusa in modalità *open access*.

# LE URGENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO. LA GEOINGEGNERIA NELL'AGENDA POLITICA

*Abstract:* This article examines the role that geo-engineering has taken on the political agenda. The relevance of these choices for the everyday life of people should prompt us to reflect on the dynamics of climate governance not only with respect to the various responsibilities, but also with attention to the distribution of the impacts of the damage caused by changes. Reflections and concerns that geography deals with in the debate on human-environment relationships. Relations also transformed by increased knowledge on Nature but, paradoxically, by increased uncertainty.

*Keywords:* climate change, geo-ingegneria, politiche ambientali.

## 1. Introduzione

La prima volta che ho incontrato la parola geo-ingegneria è stato durante una ricerca sull'Antropocene. In Steffen et al. (2011) si discuteva di cambiamenti globali e si faceva esplicito riferimento alla possibilità di intervenire attraverso interventi volontari di tipo tecnico, su grande scala, per risanare o contrastare gli impatti.

Questo legame, forse non del tutto immediato, ha un senso profondo se lo si ricolloca nella tradizionale riflessione sul rapporto tra uomo e ambiente.

Il termine Antropocene, come noto introdotto nel 2000 da Crutzen e Stoermer, afferma che il peso dell'impronta lasciata dalle attività umane sull'ambiente naturale globale, in particolare il surriscaldamento del clima, consente di collocare la Terra in una nuova epoca geologica profondamente influenzata dall'azione umana. La geo-ingegneria rappresenta un insieme di tecniche utili a correggere gli impatti, ed è sempre più spesso proposta come soluzione al cambiamento climatico.

Dagli anni novanta il surriscaldamento è stato certificato in modo sempre più puntuale. Ne danno conto le relazioni sulla valutazione dei cambiamenti climatici dello *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)<sup>1</sup>, consenso che ribadisce, con regolare aggiornamento degli studi, che le emissioni umane di gas ad effetto serra sono state le principali responsabili del riscaldamento terrestre e del conseguente cambiamento climatico a partire dalla metà del XX secolo.

Le molte incertezze che accompagnano i rischi planetari associati ai cambiamenti climatici, la frequenza di catastrofi ambientali e delle emergenze climatiche, che si manifestano a diverse scale territoriali, sono parimenti sotto osservazione nell'assidua ricerca per la comprensione degli squilibri innescati dai processi antropici e per gli adeguati interventi correttivi attuabili.

Questo lavoro, basato sull'analisi dei principali rapporti di valutazione dell'IPCC, intende sottolineare come sempre più spesso la geo-ingegneria, nonostante i dubbi e le difficoltà tecniche; gli importanti questi etici e procedurali nonché gli squilibri che comporta, sia presente nell'agenda politica ed in particolare nelle azioni di mitigazione.

La rilevanza politica di tali scelte dovrebbe spingere a riflettere sulla dinamica della *governance* climatica, sulle giustificate ansie di perdita di sovranità sul clima dei paesi in via di sviluppo, sui tanti

---

\* Sapienza Università di Roma

<sup>1</sup> IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*- Gruppo istituito nel 1988 che coinvolge gli esperti del World Meteorological Organization (WMO) e dall'United Nations Environment Program (UNEP).

squilibri regionali e macroregionali. Il tema non riguarda solamente le diverse responsabilità, ma anche la distribuzione degli impatti dei danni dei cambiamenti e delle azioni per il “risanamento”. Riflessioni e preoccupazioni che la geografia affronta nel dibattito delle relazioni uomo-ambiente trasformate dall’ aumentata conoscenza ma anche, paradossalmente, dall’ aumentata incertezza.

Dopo aver brevemente descritto gli aspetti della geo-ingegneria più rilevanti ai fini di questa riflessione, si procederà a mostrare come le politiche di mitigazione si siano progressivamente affermate nei consessi globali, in modo largamente a-critico, come principale strumento di correzione del cambiamento climatico.

## 2. La geo-ingegneria: insieme di tecniche *Enhanced Weathering*

In senso generale, *enhancement* è il termine che indica quell’insieme di interventi che vanno “oltre” la terapia, intesa come trattamento medico necessario per ristabilire o sostenere la salute, e che sono volti a potenziare/alterare le capacità esistenti o per creare capacità nuove. Tale termine ha preso origine dal dibattito bioetico e si è diffuso in tutte le scienze. Il carattere maggiormente evidente dell’attuale rivoluzione biotecnologica, invero, è di apportare una intima trasformazione e una difficile separazione tra umano/non umano. Il passaggio filosofico che si è andato delineando e che sta accompagnando il radicale cambiamento della conoscenza della Natura e, di conseguenza, della concezione della società rispetto ad essa, è il percorso teorico in cui si inseriscono gli attuali studi sul rapporto uomo/ambiente<sup>2</sup>. La possibilità di agire intenzionalmente, progettare e programmare la natura e la stessa nostra dotazione organica sollecita riflessioni su fondamentali questioni etiche.

Le tipologie di interventi possibili riguardano anche il clima e contribuiscono a delineare l’attuale scenario nel quale si confida nella tecnologia per risanare i danni del cambiamento climatico.

Le conoscenze del complesso mondo della composizione dell’atmosfera, dei suoi cicli, della meteorologia e del bilancio energetico della Terra hanno dato la possibilità di attivare delle manipolazioni atmosferiche-meteorologiche. Il loro sviluppo storicamente è associato all’interesse governativo, soprattutto nel settore della difesa, che sempre ha supportato il connubio scienza/tecnologia e politica, soprattutto nel settore militare<sup>3</sup>. A sottolineare il rilievo e il peso che anche in passato avevano assunto le tecniche di manipolazione ambientale si ricorda la Convenzione di Ginevra del 1977 sulla proibizione dell’uso militare delle tecniche di modifica ambientale (*Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques*).

Attraverso la geo-ingegneria queste tecniche hanno assunto il ruolo difensivo rispetto agli “attacchi” del cambiamento climatico.

L’intenzionalità di volgere la capacità umana per interferire sul clima a larga scala allo scopo di ridurre gli impatti negativi dei cambiamenti climatici, quindi, è definita geo-ingegneria (NAS, 1992; Keith, 2001).

A titolo classificatorio, per il tema proposto, due sono i gruppi di tipologie tecnologiche individuati:

1) Tecnologie di rimozione del carbonio e dei gas effetto serra. Sono tecniche di estrazione di stoccaggio di anidride carbonica dall’atmosfera come la *Carbon Dioxide Removal* (CDR) che è parte del raggruppamento delle *Greenhouse Gas Removal* (GGR) o *Negative Emissions Technologies* (NETs). Un elenco di tali tecnologie comprende: *Forestation, Habitat restoration, Soil carbon sequestration, Biochar, Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS), Ocean fertilisation, Building with biomass,*

---

<sup>2</sup> Non è obiettivo di questo lavoro ricostruire un tema così vasto e complesso. Vale però la pena ricordare come le riflessioni sulla Natura e sulla natura dell’Uomo più radicali, suscitate dagli sviluppi tecnologici hanno prodotto un’ampia letteratura sull’evoluzione dell’ontologia dell’Uomo stesso. In filosofia, tra gli iniziatori della riflessione sulla moderna dinamica uomo-tecnologia si ricorda, ad esempio, M. Heidegger con *Die Technik und die Kehre* (1954). In senso generalista tale dibattito viene indicato con il termine *Postumano* e raggruppa prospettive diverse come quelle Transumaniste e quelle proprie del Post umanesimo. Con riguardo ai principali riferimenti in letteratura e con attenzione alla disciplina geografica dell’ultimo ventennio le nuove categorie interpretative criticano la figura fondamentale del soggetto umano come distinta dalle altre forme di vita animali. Le nuove biotecnologie grazie al trasferimento di sostanze (geni o organi) tra specie, e anche le differenti distribuzioni di abilità e dipendenze tra persone e macchine disturbano una definizione idealizzata dell’umano come separato e liberato dalla natura e pienamente al comando di sé e degli altri non umani. Tale impostazione comporta una lettura più fluida del concetto di natura non più considerata come data e universale ma costruita dalle relazioni sociali e specifica. Alcuni approfondimenti in geografia: Braun (2004,2008), Castree e Nash (2006), Whatmore (2002).

<sup>3</sup> È famosa l’*Operazione Popeye* che si è svolta durante la guerra del Vietnam. Gli USA, nella suddetta strategia, usarono una tecnica (*cloud seeding*), per prolungare la stagione dei monsoni e indebolire la popolazione locale

*Enhanced terrestrial weathering, Mineral carbonation, Ocean alkalinity, Direct air capture and carbon storage (DACCS), Low-carbon concrete*<sup>4</sup>;

2) Tecnologie di geo-ingegneria solare. Queste tipologie di azioni puntano a compensare il riscaldamento da effetto serra riducendo l'incidenza di assorbimento della radiazione solare in arrivo. I metodi di *Solar Radiation Management* (SRM) stimolano, quindi, l'aumento della capacità riflettente della Terra aumentando l'albedo planetario o deviando, con altri metodi, l'arrivo della radiazione in modo da bilanciare la radiazione solare assorbita. Le tecniche proposte per ottenere gli effetti accennati comportano azioni di contrasto all'illuminazione della superficie terrestre con l'introduzione di materiale riflettente a vari livelli nello spazio tra il Sole e il Terra. Va sottolineato che la scelta del posizionamento del livello e del luogo per la collocazione del "riflettente" non è indifferente rispetto a possibili e diversi impatti regionali.

Queste tecnologie non si occupano di diminuire i gas serra ma influiscono sul bilancio energetico del sistema Terra.

Alla possibilità di calcolare con esattezza la quantità di bilanciamento necessaria per contrastare il riscaldamento climatico corrisponde la capacità di calcolare l'entità della mitigazione apportata dalle varie tecniche ma non fornisce risultati certi rispetto all'annullamento del surriscaldamento, alle risposte delle modifiche apportate nei differenti luoghi geografici, alle alterazioni climatiche derivanti dall'uso delle geo-ingegnerie, alla scala cronologica di efficacia degli interventi, alla durata degli stessi, alla possibile reversibilità degli impatti sugli ecosistemi, alla velocità con cui risponderà il clima (IPCC, 2007; Royal Society, 2009). Queste sono tutte variabili sotto osservazione di numerosi studi e sofisticati modelli, nessuno dei quali sottoposto a verifica reale su scala globale! (Royal Society, 2009)

Ciò detto, è comunque certo che i metodi SRM possono fornire uno strumento utile per la riduzione delle temperature globali rapidamente se necessario accompagnando il tutto con tanti se e tanti ma.

Dalla sintetica rassegna si evincono i principali limiti inerenti le possibili implementazioni di entrambi i raggruppamenti delle azioni di geo-ingegneria. La vasta scala degli interventi richiesti affinché questi abbiano efficacia crea un importante conflitto in termini di uso del suolo, di gestione dei possibili interventi, del rapporto tra la scala globale/locale e della possibile non corrispondenza tra luoghi soggetti ai possibili benefici/danni. La ripartizione dei rischi e dell'incertezza legata alle tecniche proposte mostra una squilibrata contrapposizione macroregionale tra localizzazione dell'intervento, sicurezza e modifiche climatiche. Appare, invece, acclarata la legittimazione di una *Governance* del clima, ma molto meno la sua democraticità.

### 3. Politiche di mitigazione

Il paradigma dello Sviluppo Sostenibile, che emerge dagli articolati dibattiti che hanno caratterizzato la seconda metà del Novecento intorno alle questioni ambientali e dello sviluppo, è una impostazione che ricerca e vuole proporre una sintesi tra tutela ambientale e sviluppo economico (Vallega, 1995), e rappresenta la base di partenza ed il quadro di riferimento per tutte le politiche ambientali.

Le politiche di mitigazione, scaturite dai temi della sostenibilità, mostrano il passaggio da una esistenza implicita nella normativa verso una esplicita definizione e considerazione.

Per fase "implicita" si fa riferimento al percorso avviato dalla Conferenza di Stoccolma (1972), la Strategia mondiale per la Conservazione (1980), il Rapporto *Our Common Future* (1983), la Conferenza ONU su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro (1992), momento di svolta per l'argomento in questione. L'avvio di linee guida, infatti, ha prodotto, nel tempo, norme e programmi di gestione del sistema ambientale come quelle sulla valutazione d'impatto, quelle sulle certificazioni, sui marchi ambientali sulla responsabilità sociale d'impresa con lo sviluppo delle nuove economie correlate a questi processi (Madau, 2014).

Come data iniziale della fase "esplicita" il riferimento va al Protocollo di Kyoto (definito nel 1995 e sottoscritto nel 1997), scaturito dal Summit di Rio, che pone espressamente il raggiungimento di un limite nella emissione dei gas effetto serra e fissa obiettivi di riduzione delle emissioni per i paesi, predispono,

---

<sup>4</sup> Per un'analisi approfondita si rimanda a The Royal Society and Royal Academy of Engineering, 2018.

dunque, azioni politiche per raggiungerli. Le politiche di mitigazione vengono, in effetti, così denominate dalla metà degli anni Novanta nelle ricerche volte ad analizzare i costi socio economici del cambiamento climatico (IPCC,1995), ma è all'interno delle Conferenze delle Parti (COP), che si riconosce il processo di strutturazione dei meccanismi di implementazione delle politiche di mitigazione, come il sistema di scambio, l'utilizzo di crediti e il monitoraggio delle emissioni. Strumenti atti ad onorare l'accordo sulla riduzione dei gas effetto serra.

La cronologia di questi eventi si intreccia con altri importanti vertici delle Nazioni Unite poiché gli effetti del cambiamento climatico riguardano salute, produzione agricola, povertà. Il rimando è al vertice di Johannesburg e alla *Millennium Declaration*, fino all'odierno proseguimento con Agenda 2030. Intrecci e sovrapposizioni che mostrano il mosaico e l'inseparabilità del sistema socio/economico, climatico/energetico, ambientale/umano. Il tema delle politiche di mitigazione acquisisce, dunque, una rilevanza vincolante esplicitamente dichiarata e giustificata dai lavori sulla valutazione e sulle possibili azioni di contrasto in seno ai rapporti dello IPCC.

Nella successione dei rapporti dello IPCC<sup>5</sup> viene ribadita la chiara visione scientifica dello stato attuale delle conoscenze sul cambiamento climatico e sui suoi potenziali impatti ambientali e socio-economici.

In particolare nella prima relazione, oltre alla dichiarazione che le emissioni derivanti dalle attività umane stanno aumentando le concentrazioni atmosferiche dei gas serra e procurando un ulteriore riscaldamento della superficie terrestre, si riflette sullo sviluppo di tecnologie per limitare, ridurre o assorbire le emissioni antropogeniche di gas serra e quindi proteggere la società dal cambiamento climatico.

La tecnologia e il tema della geo-ingegneria, strettamente correlati, iniziano ad innestarsi, in tal modo, nel novero delle politiche di mitigazione e ne vengono valutati gli impatti anche rispetto agli aspetti sociali ed economici apportati dal cambiamento climatico. Il secondo rapporto di valutazione (IPCC, 1996) presenta, quindi, un'analisi guardando ad entrambe le tematiche per mostrare i possibili scenari di emissione e intraprendere politiche e azioni necessarie al conseguimento di uno sviluppo sostenibile. Il rapporto presenta, inoltre, una sintesi delle opzioni che la tecnologia presenta anche sul tema della cattura e stoccaggio del CO<sub>2</sub> (tecnica di geo-ingegneria) a cui si guarda con cautela come una delle azioni di risposta al cambiamento climatico.

Dal 2001, infine, i rapporti dell'IPCC portano espressamente nel titolo la parola mitigazione.

Le considerazioni sulle possibilità aperte dalla geo-ingegneria diventano maggiormente puntuali tanto che si presenta una definizione e specificazione dell'uso del termine, indicando come tale vocabolo caratterizzi le manipolazioni deliberate di ambienti terrestri su larga scala (NAS, 1992; Marland, 1996). È il carattere della scelta deliberata di intervento, come quello della cattura e dello stoccaggio di CO<sub>2</sub>, che contraddistingue la geo-ingegneria da altre azioni come le pratiche agricole su larga scala e/o le attività forestali globali (Keith, 2001).

La valutazione tecnica ed economica e la relativa sicurezza delle pratiche di cattura e stoccaggio di carbonio viene posta sotto attenzione come possibile via d'uscita dato l'allarmante andamento del tasso di emissioni globali e dunque degli impatti sul cambiamento climatico. Due sono gli studi di riferimento a questo proposito: lo *Special Reports on CO<sub>2</sub> Capture and Storage* (SRCCS) del 2005 ed *The Economics of Climate Change* (Stern, 2007); se lo special report dell'IPCC guarda alle opportunità e vincoli tecnici il rapporto Stern ne fa, invece, una valutazione economica.

In questo intervallo temporale (dal 2001 al 2007), si ravvisa una diversa sensibilità nell'orientare le politiche sulla mitigazione. L'opzione della geo-ingegneria da remota e opzionale diviene stringente. In effetti in una prima fase l'attenzione alle tematiche etiche per sensibilizzare un cambio di comportamento e spingere le imprese e gli altri attori sociali ad assumersi la responsabilità dell'ambiente era necessaria. La volontà di imprimere una netta direzione di marcia politica ha imposto importanti investimenti in tecnologie pulite, inducendo le imprese ad intraprendere la via del risparmio energetico e dell'utilizzo di energie rinnovabili.

Nonostante il percorso segnato, gli scarsi progressi sulla riduzione delle emissioni e il conseguente continuo allarme per il cambiamento climatico (Olivier et al., 2017) gettano nuova forza alla geo-ingegneria per la limitazione delle emissioni.

---

<sup>5</sup> Con particolare riferimento a quelli redatti dal Working Group III che si concentrano espressamente sulla *mitigazione* dei cambiamenti climatici e valutano i metodi per ridurre le emissioni di gas serra e rimuoverli dall'atmosfera.

I livelli di mitigazione, infatti, sono correlati con tutti i costi del cambiamento climatico: quelli associati ai danni, ai costi di adattamento e a quelli propri della mitigazione.

La valutazione economica, effettuata nel Rapporto Stern, evidenzia come i benefici di un'azione forte e tempestiva sui cambiamenti climatici superino di gran lunga i costi della non azione. La fattibilità e lo sviluppo della geo-ingegneria si propongono, appunto, come un'azione forte e tempestiva.

Un nuovo capitolo si apre, dunque, per le politiche di mitigazione e l'uso delle tecnologie con il rapporto dell'IPCC *Ar4 Climate Change Mitigation* (2007). Qui la lettura del trend delle emissioni viene valutata nel medio e lungo periodo anche alla luce del cambiamento tecnologico in atto, quindi considerando le opzioni di cattura e stoccaggio di carbonio.

La comunità di esperti ora vede nel *Carbon Capture Storage* (CCS), una delle principali opzioni per ridurre le emissioni globali di CO<sub>2</sub>. (Clarke et al 2009; IEA, 2010a).

L'arduo percorso che si dipana inseguendo le pieghe dei negoziati internazionali, tra fallimenti e ritardi, tra gli aspetti della ripartizione delle responsabilità e le ombre dei compromessi ha trovato, comunque, alcuni esiti positivi. Ne sono esempi la Conferenza di Durban 2011 che ha permesso di giungere alla Cop di Parigi del 2015 in cui si è sottoscritto un nuovo accordo globale, di cui è prevista l'entrata in vigore nel 2020; il lancio di un nuovo strumento finanziario, il *Green Climate Fund* (UNFCCC, 2010) che prevede anche la possibilità di finanziare progetti di geo-ingegneria; e, infine, i recenti impegni sulle regole di attuazione dell'accordo di Parigi, emersi alla Cop24 di Katowice del 2018, sui criteri di ripartizione delle risorse finanziarie necessarie a sostenere i paesi meno sviluppati per indurli a ridurre le proprie emissioni di CO<sub>2</sub> e su quelli presi per la riduzione delle emissioni nei vari stati (*Nationally Determined Contributions*, NDCs).

Di contro sono preoccupanti le critiche sull'inadeguatezza degli accordi raggiunti. Il riferimento va al rapporto dell'IPCC *AR5* (2014), con gli allarmi sull'impossibilità, rispetto alle condizioni attuali, di rimanere entro un aumento medio di 2 gradi al 2050 data l'insufficienza dei provvedimenti per ora previsti. L'obiettivo dovrebbe essere quello di non far aumentare le temperature oltre 1,5 gradi, questione ripresentata con ulteriori approfondimenti nell'ultimo *Special Report - Global Warming of 1,5°C* (IPCC, 2018).

#### 4. Conclusioni

I rapporti di valutazione del cambiamento climatico e quelli sulle possibili politiche di mitigazione dell'IPCC denunciano in modo assordante la disastrosa situazione planetaria. Ancora nello *Special Report* del 2018, vengono affrontati i temi dell'adattamento e della mitigazione sottolineando l'urgenza di integrare le possibili azioni necessarie per il mantenimento delle temperature medie entro 1,5 gradi rispetto al periodo preindustriale. Il Rapporto ripropone la riflessione sugli attuali impegni previsti dall'accordo di Parigi (NDCs), in cui si sono determinati e stabiliti a livello nazionale i contributi alla riduzione delle emissioni, con i quali, però, il riscaldamento globale dovrebbe superare 1,5 gradi. Le tecniche della geo-ingegneria vengono integrate nei percorsi di mitigazione proposti che sono caratterizzati da riduzioni della domanda di energia, dalla decarbonizzazione dell'elettricità, dall'elettrificazione dell'uso finale di energia, e anche dalla riduzione delle emissioni grazie alle tecnologie di stoccaggio del carbonio sulla terra o il sequestro nei bacini geologici e alle altre possibilità legate al *Land-Use Change and Forestry*.

Nei lavori esaminati il tema degli squilibri e dell'iniquinà tra paesi di vecchia e nuova industrializzazione rispetto alle quantità di emissione sembra avere un ruolo preminente nelle questioni di ripartizione delle quantità di emissioni di gas serra possibili. Trova meno risonanza il tema della diversa vulnerabilità agli impatti poiché le diverse posizioni dei luoghi li rendono non indifferenti alle esposizioni dei danni e delle azioni di mitigazione/adattamento. La diversa capacità di gestione di eventuali interventi di geo-ingegneria, che andrebbero localizzati in determinati ambiti per avere una maggiore efficacia, mostrano una conflittualità latente se le riflessioni rimangono al livello di benessere planetario. La stessa considerazione può essere fatta riguardo alla conflittualità che emerge dalle scelte sull'uso del suolo.

Come intendere allora il suggerimento degli organismi internazionali di usare coerentemente tutti gli strumenti a nostra disposizione (IPCC, 2018) se poi quello che funziona alla scala planetaria non necessariamente è funzionale e giusto alla scala sub-planetaria?



La coerenza legata all'obiettivo di contenimento dell'aumento delle temperature attraverso l'abbattimento delle emissioni non è un "gioco a somma zero" come testimoniano le voci della cooperazione dell'Alleanza dei piccoli Stati insulari (AOSIS) o lo *International Centre for Integrated Mountain Development* (ICIMOD), in cui si manifesta la necessità di trovare una soluzione condivisa davanti ai drammi che le popolazioni vivono a causa del cambiamento climatico.

Quanto osservato, inquadrato in una prospettiva geografica, non può che suggerire una conclusione aperta e critica al tema della geo-ingegneria come soluzione più immediata al problema del cambiamento climatico. Non si può non considerare, dal punto di vista geografico, la necessità di riferire la questione alle varie scale territoriali, integrando il tema delle "aree fragili" a quello della rappresentatività ed equità delle scelte alla scala globale.

Il rischio che l'allarme e il richiamo all'urgenza di intervenire per mitigare i danni finiscano per agevolare l'imposizione di azioni non calibrate sugli specifici territori è inquietante, soprattutto se la scelta è effettuata rispetto ai possibili scenari di stabilizzazione. Utilizzare i risultati di modelli quantitativi come guida fondamentale nella scelta dei tempi, delle politiche e delle tecniche per la correzione dei comportamenti emissivi con conseguenti possibili modulazioni d'intervento che contemplan anche quelli più incisivi (IPCC, 2018), rischiano di annullare di fatto la scelta politica.

Si capiscono, quindi, le ansie sulla perdita di sovranità sul clima, data la schiacciante superiorità tecnica ed economica di alcuni paesi su altri. La preoccupazione non riguarda solo i paesi in via di sviluppo, a seguito della scarsa chiarezza su quale effettiva strategia orienti il pensiero politico globale: è davvero possibile che "nessuno sarà lasciato indietro" (UN, Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile) e a quale prezzo?

## Bibliografia

- BRAUN B. (2004), Queyring posthumanisms, *Geoforum*, Vol. 35, pp.269-273.
- BRAUN B. (2008), Environmental issues: inventive life, *Progress in Human Geography*, Vol. 32, Iss. (5), pp 667-679.
- CASTREE N., NASH C. (2006), Posthuman geographies, *Social and Cultural Geography*, ISSN 1464-9365, DOI: 10.1080/14649360600825620.
- CLARKE L, BÖHRINGER C, RUTHERFORD T.F. (2009), International U.S., and E.U. climate change control scenarios: results from EMF 22, *Energy Economics*, 31(S2): S63–S305.
- CRUTZEN P. J., STOERMER E. F. (2000), The "Anthropocene", *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- HEIDEGGER M. (1954)., *Die Technik und die Kehre*, tradotto nel 1977, *The Question Concerning Technology*, Garland Publishing, New York & London.
- IEA (2010) *Carbon capture and storage—progress and next steps*, OECD/IEA, Paris.
- IPCC (1990), Climate Change: IPCC Response Strategies, World Meteorological Organization/United Nations Environment Program, (OUT OF PRINT) Digitized by the Digitization and Microform Unit, UNOG Library, 2010 (Available in English only except where stated).
- IPCC (1996), Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2001), *Third Assessment Report Climate Change 2001: Mitigation*, Report of Working Group III, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2005), *Special report on carbon dioxide capture and storage*, Prepared by Working Group III, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2007), AR4 Climate change 2007: the physical science basis, *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report*, Geneva, Switzerland.
- IPCC (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, Cambridge University Press, Cambridge.
- KEITH D.W. (2001), Geengineering, *Oxford Encyclopedia of Global Change: Environmental Change and Human Society*, Oxford University Press, New York.
- MADAU C. (2014), *Entro i limiti del nostro pianeta*, Pàtron, Bologna.

- MARLAND G. (1996), *Geoengineering*, Encyclopedia of climate and weather, volume 1. S.H. Schneider (ed.), Oxford University Press, New York, 338-339.
- NAS (National Academy of Sciences) (1992), *Policy Implications of Greenhouse Warming: Mitigation, Adaptation, and the Science Base*, Panel on Policy Implications of Greenhouse Warming, U.S. National Academy of Sciences, National Academy Press, Washington DC.
- OLIVIER J.G.J., SCHURE, K.M., PETERS, J.A.H.W. (2017), Trends in global CO<sub>2</sub> and total Greenhouse Gas Emissions, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- ROYAL SOCIETY (2009), *Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty*, Royal Society Policy Document 10/09. See <http://royalsociety.org/policy/publications/2009/geoengineering-climate/>.
- ROYAL SOCIETY AND ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING (2018), *Greenhouse gas removal*, [royalsociety.org/greenhouse-gas-removal](http://royalsociety.org/greenhouse-gas-removal) [raeng.org.uk/greenhousegasremoval](http://raeng.org.uk/greenhousegasremoval).
- STEFFEN W., PERSSON Å., DEUTSCH L., WILLIAMS M., ZALASIEWICZ J., FOLKE C., ROCKSTRÖM J., CRUMLEY C., CRUTZEN P., GORDON L., MOLINA M., RAMANATHAN V., RICHARDSON K., SCHEFFER M., SCHELLNHUBER J., SVEDIN U (2011), The Anthropocene: From global change to planetary stewardship, *Ambio*, Vol.40 (7), pp. 739-61.
- STERN N. (2007), *The economics of climate change: the Stern review*, Cambridge University Press, Cambridge.
- VALLEGA A. (1995), *La regione, sistema territoriale sostenibile*, Mursia, Milano.
- WHATMORE S. (2002), *Hibrid Geographies: Naturee, Cultures, Spaces*, Sage, London and Thousand Oaks.