

# CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ARTICO, AGGIORNAMENTO 2021: PRINCIPALI TENDENZE E IMPATTI

**SINTESI PER I DECISORI POLITICI**

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELL'ARTICO (AMAP)



ARCTIC COUNCIL


AMAP

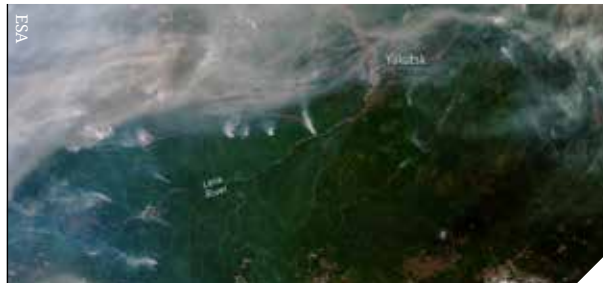
# RISULTATI PRINCIPALI

L'ambiente dell'Artico è in continua evoluzione. Alcuni indicatori mostrano un cambiamento ancora più rapido rispetto alle previsioni AMAP del 2019.




## 1 I fattori fisici del cambiamento in Artico sono in continuo rapido mutamento

 Indicatori fondamentali come temperatura, precipitazioni, manto nevoso, spessore ed estensione del ghiaccio marino e disgelo del permafrost mostrano cambiamenti rapidi e diffusi in Artico. L'aumento della temperatura media annua della superficie di terra e oceano nell'Artico, tra il 1971 e il 2019, è stato tre volte superiore all'aumento della media globale nello stesso periodo. Questo valore è superiore a quanto riportato nelle precedenti valutazioni AMAP.




## 2 Gli eventi estremi in Artico si stanno intensificando

 Gli eventi estremi in Artico sono in aumento. La diminuzione del ghiaccio marino, lo scioglimento della calotta glaciale della Groenlandia e gli incendi diffusi si verificano con sempre maggiore frequenza e/o intensità. Sempre più spesso si rilevano temperature particolarmente elevate, mentre diminuiscono gli eventi di freddo estremo. Le ondate di freddo che si protraggono per più di 15 giorni sono quasi completamente scomparse dall'Artico dal 2000.




## 3 Il cambiamento climatico sta avendo un forte impatto sulle comunità artiche

 Il cambiamento climatico sta influenzando la sicurezza alimentare delle piccole comunità artiche, in particolare delle comunità indigene, e la loro sussistenza basata sul raccolto. Il cambiamento climatico pone inoltre rischi diffusi per la sicurezza, la salute e il benessere, causa danni alle infrastrutture, e ha ricadute economiche in molti settori. La pesca commerciale, l'acquacoltura e il turismo crocieristico si stanno espandendo nell'Artico, con implicazioni per le comunità costiere, i delicati ecosistemi e la richiesta di servizi di ricerca e salvataggio.



## 4 Gli ecosistemi artici stanno vivendo cambiamenti rapidi e trasformativi

 La rapida evoluzione della criosfera sta alterando gli ecosistemi in tutto l'Artico, modificando la produttività, la stagionalità, la distribuzione e le interazioni tra le specie negli ecosistemi terrestri, costieri e marini. Le modificazioni nella tipologia, estensione e stagionalità del ghiaccio marino e del manto nevoso sulla terraferma nonché la rapida perdita di ghiaccio perenne e della calotta glaciale della Groenlandia stanno causando cambiamenti fondamentali negli ecosistemi che influenzano il ciclo del carbonio e dei gas serra. Ecosistemi unici, come quelli legati al ghiaccio marino pluriennale o alle piattaforme di ghiaccio millenarie, sono a rischio e alcuni stanno scomparendo.

## IMPATTO DEL COVID-19 SULLA RICERCA ARTICA


La pandemia di COVID-19 ha colpito le comunità di tutto l'Artico, con decessi registrati a partire da febbraio 2021. La pandemia ha anche mostrato ed aggravato le vulnerabilità esistenti, in particolare tra le popolazioni indigene.

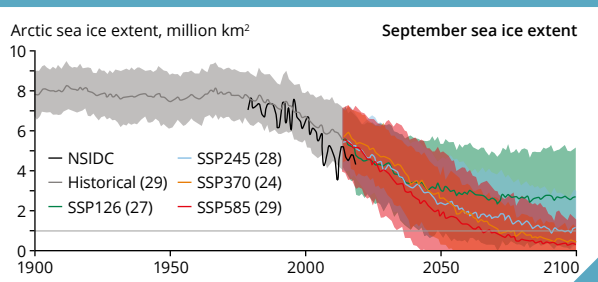
La pandemia di COVID-19 ha avuto un forte impatto sulla ricerca artica, causando molti ritardi, sfide logistiche, cancellazione e rinvio di spedizioni e ricerche sul campo. La conseguente interruzione delle attività di monitoraggio e ricerca causerà probabilmente l'assenza di dati completi per gli anni 2020-2021 e lacune in alcuni set di dati a lungo termine che sono fondamentali per comprendere il cambiamento climatico dell'Artico. Alcuni progetti di ricerca sono stati portati avanti nonostante la pandemia, in particolare quelli sviluppati in collaborazione con le comunità indigene e del nord, dimostrando la resilienza di progetti guidati, sviluppati in collaborazione e/o ben partenariati con le comunità locali.

*Nota: le informazioni in questo riquadro si basano su nuovo materiale non incluso*




### 5 I cambiamenti in Artico hanno conseguenze globali

 Gli effetti del cambiamento in Artico si manifestano ben oltre i suoi confini e includono le conseguenze dell'innalzamento del livello del mare su scala globale, le opportunità e i rischi associati all'apertura di nuove rotte marittime e al migliore accesso alle riserve di combustibili fossili, con potenziali ricadute in termini di concentrazioni di gas serra nell'atmosfera. Gli studi scientifici dimostrano l'esistenza di un collegamento tra cambiamenti in Artico e modelli meteorologici alle medie latitudini. Tuttavia, tale collegamento è complesso e incoerente.



### 6 I più recenti modelli climatici prevedono che l'Artico si riscalderà rapidamente nel corso di questo secolo

 Le previsioni effettuate attraverso i più recenti modelli globali del clima (CMP6) mostrano che la temperatura media annua dell'aria sulla superficie dell'Artico aumenterà entro il 2100 fino a 3,3-10°C al di sopra della media 1985-2014, in base al livello di emissioni future. Nella maggior parte degli scenari di emissione, la stragrande maggioranza dei modelli CMP6 prevede che entro il 2050 si vedrà per la prima volta un Artico in gran parte privo di ghiaccio marino nel mese di settembre. La probabilità di un'estate artica senza ghiaccio è 10 volte maggiore in uno scenario che prevede un riscaldamento globale di 2°C rispetto a 1,5°C.

## LEGENDA DEI SIMBOLI



OSSERVAZIONE



PREVISIONE



NUOVO  
RISULTATO



RISULTATO  
AGGIORNATO



GAP DI  
CONOSCENZE



MESSAGGIO  
INCORAGGIANTE

# CONTESTO E CAMPO DI APPLICAZIONE

**Il cambiamento climatico è un problema globale, ma molti suoi effetti sono già particolarmente evidenti soprattutto in Artico. Ampie evidenze mostrano che le comunità indigene dell'Artico stanno già subendo le conseguenze del cambiamento climatico.**

Nel corso degli ultimi 49 anni, il riscaldamento dell'Artico è avvenuto ad un ritmo tre volte superiore a quello del resto del mondo, provocando cambiamenti rapidi e diffusi a ghiaccio marino, ghiaccio terrestre (ghiacciai e calotte glaciali), permafrost, manto nevoso e altri elementi fisici e caratteristiche dell'ambiente Artico. Questi cambiamenti stanno trasformando l'Artico, con conseguenze di vasta portata.

Questa sintesi rivolta ai decisori politici offre una panoramica dei risultati principali contenuti nel rapporto *AMAP Arctic Climate Change Update 2021: Key trends and Impacts* e fornisce un aggiornamento su elementi chiave e cambiamenti avvenuti dopo la valutazione *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic 2017* (SWIPA) e il rapporto *Arctic Climate Change Update 2019*. Il rapporto 2021 riassume le ultime scoperte sugli eventi estremi, la relazione tra il cambiamento in Artico e il clima alle medie latitudini, il legame clima-ecosistema con riferimento anche a effetti e ricadute, e le conseguenze sociali osservate (e a volte previste) del cambiamento climatico in Artico. Presenta anche previsioni aggiornate sul cambiamento climatico elaborate attraverso l'ultima generazione di modelli e scenari climatici oggetto del Sesto Rapporto di Valutazione del Panel Intergovernativo sul Cambiamento Climatico.

Ogni capitolo del rapporto *Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts* è stato elaborato da esperti delle discipline scientifiche rilevanti ed è stato sottoposto a valutazione anonima secondo il sistema peer-review. Il report alla base di questo documento è interamente referenziato e si basa sulla letteratura scientifica sottoposta a peer review o sui nuovi risultati ottenuti attraverso osservazioni o modelli ben documentati.

Le osservazioni, i metodi e gli studi sottoposti a peer-review utilizzati nel rapporto includono in alcuni casi contributi provenienti dalla sapienza indigena e dalla conoscenza tradizionale e locale. Una comprensione olistica dei cambiamenti che si verificano in Artico non può prescindere da un'equa inclusione della conoscenza indigena e delle popolazioni locali e nei processi di valutazione.

## PERCHÉ È IMPORTANTE

Il cambiamento climatico è oggi la forza trainante di molte transizioni ambientali, economiche e sociali in Artico. Insieme alle sue conseguenze dirette, il cambiamento climatico rappresenta un ulteriore fattore di stress rispetto alle sfide esistenti affrontate dalle comunità, dalle industrie e dagli ecosistemi dell'Artico. I cambiamenti in Artico hanno implicazioni a livello globale.


La rapida perdita di massa della calotta glaciale della Groenlandia e di altro ghiaccio terrestre artico contribuiscono all'innalzamento del livello del mare su scala globale in misura maggiore rispetto allo scioglimento del ghiaccio in Antartide. I cambiamenti negli ecosistemi artici possono indurre ricadute sul sistema climatico globale, sebbene la direzione futura e l'entità di queste ricadute rimangono incerte. Gli incendi nell'Artico provocano emissioni di carbonio nell'atmosfera. La disponibilità di nuove rotte commerciali, l'accesso a petrolio, gas e risorse minerarie, e i cambiamenti nella pesca artica hanno conseguenze economiche sia all'interno che all'esterno dell'Artico. Il cambiamento climatico colpisce anche le specie che migrano tra l'Artico e le latitudini meridionali.




# I FATTORI FISICI DEL CAMBIAMENTO IN ARTICO SONO IN CONTINUO RAPIDO MUTAMENTO

Il cambiamento climatico è un problema pressante in Artico, dove le temperature stanno aumentando molto più velocemente rispetto alla media globale e i cambiamenti diffusi nelle precipitazioni, nel manto nevoso, nel ghiaccio marino e terrestre, nel permafrost e gli eventi estremi stanno trasformando l'ambiente.


## RISULTATI RECENTI SUGLI INDICATORI FONDAMENTALI

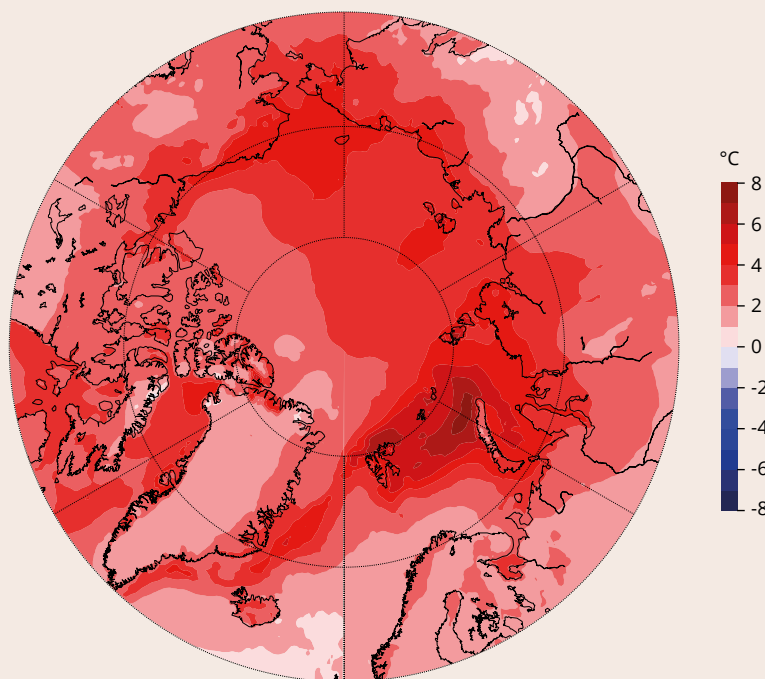
 I dati aggiornati sugli indicatori climatici riportati di seguito si concentrano, salvo diversa indicazione, sul periodo di 49 anni tra il 1971 e il 2019. La scelta del 1971 come data di inizio è dovuta alla disponibilità, a partire da quell'anno, della maggior parte dei dati più affidabili su temperatura e altri indicatori.

### TEMPERATURA DELL'ARIA

 Dal 1971 al 2019, la temperatura media annua dell'aria vicino alla superficie dell'Artico è aumentata di 3,1 °C, tre volte più velocemente della media globale. Questo risultato si basa su dati strumentali, con l'interpolazione applicata sull'Oceano Artico dove le osservazioni sono scarse, ed è superiore all'aumento riportato nei precedenti rapporti AMAP. Il cambiamento maggiore della temperatura dell'aria nel periodo osservato è stato registrato sull'Oceano Artico durante i mesi da ottobre a maggio, con una media di 4,6°C e un picco di riscaldamento di 10,6°C che si è verificato sul Mare di Barents nord-orientale.

### PRECIPITAZIONI

 La combinazione di dati derivanti sia dall'osservazione che dai modelli ha evidenziato come le precipitazioni annue in Artico (pioggia e neve) siano aumentate complessivamente di oltre il 9% tra il 1971 e il 2019. Le piogge sono aumentate del 24% durante il periodo di riferimento, senza un corrispondente andamento complessivo netto delle nevicate. L'aumento più consistente delle precipitazioni si verifica durante la stagione fredda, da ottobre a maggio.



### TEMPERATURA DEL PERMAFROST

Dagli anni '70 la temperatura del permafrost artico è aumentata di 2-3°C. In molte regioni dove il permafrost è più freddo, la velocità di riscaldamento negli ultimi 20 anni è stata la più elevata dal 1979. A partire dagli anni '90 lo strato attivo che si scongela stagionalmente è diventato più profondo in molte regioni e le osservazioni del paesaggio indicano che il permafrost si sta sciogliendo in tutto l'Artico.

### MANTO NEVOSO TERRESTRE

L'estensione del manto nevoso artico durante i mesi da maggio a giugno è diminuita del 21% dal 1971 al 2019, con una diminuzione maggiore (25%) in Eurasia rispetto al Nord America (17%).

Figura 1. Andamento annuo della temperatura superficiale artica, 1971-2019, sulla base di dati combinati di osservazione e modelli

## FIUMI GHIACCIATI E VOLUME DELL'ACQUA

I fiumi artici gelano più tardi in autunno e il loro ghiaccio si spacca prima in primavera. Sulla base dei dati raccolti in Russia, Canada e Alaska, lo spessore del ghiaccio sta diminuendo nella maggior parte dei fiumi settentrionali, riducendo il rischio di inondazioni primaverili dovute al ghiaccio galleggiante che ne impedisce il corso. Il volume di acqua dolce che scorre attraverso gli otto principali fiumi artici verso l'Oceano Artico è aumentato del 7,8% tra il 1971 e il 2019.

## GHIACCIO MARINO

L'estensione del ghiaccio marino artico nel mese di settembre è diminuita del 43% tra il 1979 e il 2019. Con l'eccezione del Mare di Bering, l'estensione e l'area del ghiaccio marino stanno diminuendo in tutti i mesi dell'anno in tutto l'Artico. Anche la coltre di ghiaccio marino continua ad essere più giovane e sottile rispetto agli anni '80, '90 e all'inizio degli anni 2000. Negli ultimi 30 anni, la profondità della neve sul ghiaccio marino è diminuita di oltre il 33% nell'Artico occidentale. Sebbene in alcuni anni sia stata osservata una neve fitta nel settore atlantico dell'Artico, la mancanza di dati rende difficile trarre conclusioni sui cambiamenti della profondità della neve in quella zona.

## GHIACCIO TERRESTRE

Attualmente tutte le regioni dell'Artico stanno subendo una perdita netta di ghiaccio terrestre, con un tasso in aumento negli ultimi decenni in diverse regioni (vedi Figura 2). La perdita più consistente si verifica in Groenlandia e rappresenta il 51% del totale dell'Artico. La perdita di ghiaccio terrestre in Artico contribuisce all'innalzamento del livello del mare su scala globale.

## ANDAMENTO DEGLI EVENTI ESTREMI

Gli eventi climatici e meteorologici estremi influenzano gli ecosistemi, le infrastrutture e le persone. Essi possono anche spingere le condizioni oltre la soglia di un cambiamento potenzialmente irreversibile: ad esempio, precipitazioni estreme a seguito di un lieve ma costante tasso di riscaldamento del permafrost nel lungo periodo possono innescare l'erosione termocarsica, con potenziale rilascio di anidride carbonica e metano.

Prove evidenti mostrano che in Artico i picchi caldi di temperatura stanno aumentando e gli estremi freddi stanno diminuendo. Diminuzioni diffuse delle ondate di freddo estremo si sono verificate in Artico nel periodo 1979-2013, sebbene alcune aree della Siberia abbiano registrato aumenti delle ondate di freddo. Le ondate di freddo che si protraggono per più di 15 giorni sono quasi completamente scomparse dall'Artico dal 2000.

Le prove dell'aumento delle forti precipitazioni e delle inondazioni interne sono molto meno evidenti. Sebbene in alcune parti dell'Artico sia stato segnalato l'aumento di episodi di pioggia su neve e di eventi di pioggia gelata, i dati per l'Artico nel suo insieme sono limitati e non forniscono informazioni sufficienti a determinare se si siano verificati cambiamenti diffusi.

L'erosione costiera sta accelerando in molte parti dell'Artico, dove si riscontrano alcuni tra i più alti tassi di erosione sulla Terra. Ogni anno in alcune zone dell'Alaska scompaiono fino a 5 metri di costa. L'aumento dell'erosione costiera è dovuto all'effetto combinato del riscaldamento a lungo termine (aumento della temperatura dell'acqua, stagioni senza ghiaccio più lunghe, disgelo del permafrost) e degli eventi estremi (onde e mareggiate provocate da tempeste).

Cumulative mass balance, Gt

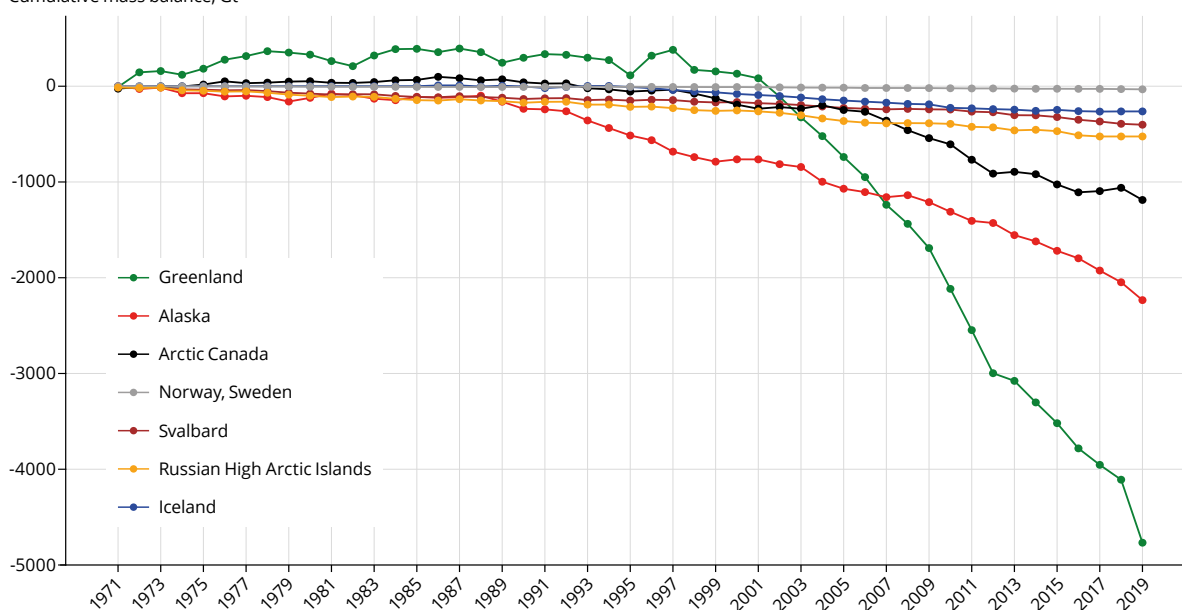



Figura 2. Cambiamenti del bilancio di massa del ghiaccio terrestre artico, 1971-2019




## INCENDI

Il riscaldamento climatico è associato a un aumento degli incendi boschivi boreali e della tundra, che costituiscono anche una grande e crescente fonte di emissioni di nero di carbonio e particolato nell'atmosfera. L'estensione delle aree bruciate dagli incendi nelle foreste settentrionali è maggiore quasi ogni anno di quella alle medie latitudini. La frequenza di incendi devastanti in Alaska è aumentata dal 1950 e i dati relativi alla Siberia mostrano un aumento tra il 1996 e il 2015. Altrove i dati di tendenza sono meno evidenti. Gli incendi sono meno frequenti nelle aree in cui vengono attivamente monitorati e spenti, come in Fennoscandia, per via dell'importanza economica che riveste la silvicoltura in quella zona.

## NUOVE PROIEZIONI DEL MODELLO CLIMATICO PER L'ARTICO

 Secondo i modelli climatici CMIP6, utilizzati nel Sesto Rapporto di Valutazione del Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici, la temperatura media annua dell'aria sulla superficie dell'Artico salirà a 3,3-10,0°C al di sopra della media 1985-2014 entro la fine di questo secolo, in base al livello di emissioni future. Un Artico senza ghiaccio nel mese di settembre potrebbe già verificarsi nel 2040 e la probabilità di un'estate artica senza ghiaccio è 10 volte maggiore nell'ipotesi di un riscaldamento globale di 2°C rispetto a 1,5°C.

## RELAZIONE TRA CAMBIAMENTO DELL'ARTICO E CLIMA ALLE MEDIE LATITUDINI

 Sebbene alcuni studi abbiano identificato una possibile relazione tra il riscaldamento del clima artico e il tempo atmosferico alle medie latitudini, attualmente non vi è accordo unanime nella comunità scientifica sull'entità del collegamento diretto tra i cambiamenti osservati nell'Artico e gli eventi meteorologici estremi alle medie latitudini quali siccità, correnti di aria fredda e fenomeni severi che insistono a lungo sulla stessa area.

<sup>1</sup> Si definiscono ondate di freddo, periodi di almeno sei giorni consecutivi in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al decimo percentile, calcolata come media mobile dei cinque giorni con temperatura minima giornaliera nell'arco del periodo di riferimento 1980-2010.

# IL CAMBIAMENTO CLIMATICO STA AVENDO GRANDE IMPATTO SULLE COMUNITÀ ARTICHE



Il cambiamento climatico determina rapidi cambiamenti in Artico che colpiscono le popolazioni, in particolare le popolazioni indigene. Le mutevoli condizioni ambientali ed ecologiche hanno conseguenze negative su salute e benessere, sicurezza alimentare, trasporti, mezzi di sussistenza, industrie, infrastrutture e disponibilità di acqua potabile sicura.

## TRASPORTI

Il riscaldamento del clima ha influenzato il trasporto su neve, ghiaccio e permafrost in molte parti dell'Artico. Ad esempio, i cacciatori del nord-ovest della Groenlandia riferiscono che il periodo in cui è possibile viaggiare sul ghiaccio marino su una slitta trainata da cani è diminuito da 5 a 3 mesi. Il degrado del permafrost e il locale aumento degli eventi piovosi hanno influenzato gli spostamenti locali dei veicoli fuoristrada e le infrastrutture stradali in alcuni insediamenti remoti di Canada e Russia. L'accessibilità di alcuni insediamenti remoti con opzioni di trasporto limitate, come quelli della Russia settentrionale il cui unico accesso in inverno è attraverso strade ghiacciate, è destinata a diminuire in futuro. I cambiamenti nella copertura del ghiaccio marino comportano rischi per il trasporto sul ghiaccio.

Uno studio sul territorio canadese del Nunavut, ad esempio, ha rilevato che le condizioni del ghiaccio (spessore e variazione dei tipi di ghiaccio) sono predittive dell'esito di un'operazione di ricerca e soccorso in un dato giorno. Il periodo più lungo di mare aperto senza ghiaccio può allungare la stagione nautica, sebbene questo vantaggio sia compensato in alcune aree dall'aumento dei venti forti che causano mari più agitati, come è stato osservato in alcune comunità costiere dell'Alaska.

## MEZZI DI SOSTENTAMENTO E ALIMENTI TRADIZIONALI

La sicurezza degli alimenti conservati nelle celle di ghiaccio è influenzata in alcune regioni dallo scioglimento del permafrost e dalle temperature più elevate. Il riscaldamento e il raffreddamento dell'oceano forniscono condizioni più adatte allo sviluppo di fioriture algali tossiche, che pongono

rischi per la sicurezza alimentare e potenzialmente anche per la salute. Periodi di forti precipitazioni e rapido scioglimento delle nevi possono favorire il trasporto di agenti patogeni, mettendo a rischio la sicurezza dell'acqua potabile, specialmente l'acqua non trattata di ruscelli, fiumi e laghi che viene bevuta durante le campagne di raccolta. Lo scongelamento del permafrost può rilasciare contaminanti, come ad esempio il mercurio, che possono penetrare negli ecosistemi acquatici.

I mutamenti del ghiaccio marino, delle precipitazioni, dei regimi della neve, delle temperature e della produttività della tundra influenzano la disponibilità di alimenti tradizionali come balene, trichechi, uccelli marini, foche e renne/caribù. In alcune aree, le popolazioni di alci stanno aumentando e l'inverdimento della tundra sta modificando le specie selvatiche disponibili per la caccia. I pastori di renne in Fennoscandia e in Russia hanno subito gravi perdite tra le loro mandrie a causa di forti neviccate e di fenomeni di pioggia su neve. Si prevede che quest'ultimo fenomeno sia destinato ad aumentare in futuro.

La tendenza generale verso primavere più calde e inverdimento precoce dei pascoli può avere un impatto positivo sull'allevamento delle renne. Tuttavia, la combinazione degli impatti climatici su incendi, foraggi e predatori con l'industrializzazione (che sposta le terre ad altri usi e crea barriere alle rotte migratorie), pone nuove sfide alla pastorizia delle renne come mezzo di sostentamento.

Le comunità dell'Alaska, del Canada settentrionale e della Finlandia hanno riferito variazioni nella quantità e qualità delle bacche. Cacciatori e pescatori indigeni in Canada e Russia hanno segnalato foche più magre, condizioni di salute più precarie della fauna selvatica e una maggiore presenza di vermi nei pesci e nei mammiferi marini.







## PESCA, TURISMO CROCIERISTICO ED ESTRAZIONE DI RISORSE

La crescente influenza delle acque più calde dell'Atlantico e del Pacifico e la ridotta copertura di ghiaccio marino sono responsabili dell'espansione verso nord di specie di pesci e mammiferi marini subartici. Sebbene le interazioni nell'ecosistema siano complesse e mediate da decisioni politiche e gestionali, le espansioni di alcune specie potrebbero aumentare le opportunità di pesca commerciale in alcune regioni dell'Artico (ad esempio, il Mare di Barents settentrionale, il Mare di Bering settentrionale e il Mare di Okhotsk), a vantaggio delle comunità costiere artiche. Anche l'allevamento del salmone e altre forme di acquacoltura si stanno diffondendo verso nord in alcune parti dell'Artico nell'Atlantico Settentrionale, creando ulteriori opportunità economiche. Sebbene l'acquacoltura comporti anche costi sociali e ambientali come la concorrenza con la pesca locale e la diffusione di parassiti come i pidocchi del salmone nelle popolazioni ittiche selvatiche locali.

Il turismo crocieristico è aumentato in alcune regioni dell'Artico, portando benefici documentati per lo sviluppo economico locale accompagnati però in alcune aree anche da rischi per gli ecosistemi marini, costi delle infrastrutture, congestione del traffico e potenziale impatto culturale.

Si prevede che il cambiamento climatico in Artico migliorerà l'accesso a risorse quali petrolio, gas e minerali. Tuttavia, il potenziale di espansione di queste industrie è mitigato dagli sforzi per limitare le emissioni di gas serra e raggiungere gli obiettivi stabiliti dall'Accordo di Parigi. Inoltre, le implicazioni ambientali di una grave fuoriuscita di petrolio nell'Artico sarebbero significative. I depositi di petrolio impiegano più tempo a decomporsi in Artico rispetto agli ambienti più caldi, causando effetti più duraturi.

## DEMOGRAFIA ARTICA

L'Artico ospita circa 4 milioni di persone. I popoli indigeni, con culture uniche e distinte e più di 40 gruppi etnici, rappresentano il 9% di questo totale. Sebbene oltre il 74% della popolazione artica sia concentrato in pochi grandi insediamenti con una popolazione di 5.000 abitanti o più, oltre il 90% degli insediamenti artici sono di piccole dimensioni (meno di 5.000 abitanti). Più del 66% degli insediamenti artici si trova sul permafrost e quasi la metà di essi (46%) è rappresentata da insediamenti costieri.

## AUMENTO DEL TURISMO CROCIERISTICO ARTICO

Il numero di passeggeri delle navi da crociera in Islanda è passato da 265.935 unità nel 2015 a 402.834 nel 2017, con un aumento del 66%. I porti della Norvegia settentrionale hanno registrato un aumento di crocieristi del 33% tra il 2014 e il 2019.

Il numero di crocieristi alle Svalbard è passato da 39.000 nel 2008 a 63.000 nel 2017; la Groenlandia ha registrato un aumento da 20.000 a 30.000 visitatori nello stesso periodo. Complessivamente, il numero di visitatori dell'Alto Artico è cresciuto da 67.752 nel 2008 a 98.238 nel 2017, con un aumento del 57%.

La pandemia di COVID-19 ha interrotto questo andamento nel 2020, quando oltre il 50% delle crociere in Artico è stato cancellato o posticipato.





## INFRASTRUTTURE

In molte regioni dell'Artico, edifici, strade e altre infrastrutture vengono danneggiate dallo scioglimento del permafrost ricco di ghiaccio; alcuni di questi danni possono essere direttamente correlati alla progettazione delle infrastrutture o al processo di costruzione piuttosto che ai cambiamenti climatici. La stabilità del supporto del permafrost per edifici e infrastrutture è diminuita nella Russia artica rispetto agli anni '70; fino al 50% degli edifici a Pevek, la città

più settentrionale della Russia, è stato danneggiato dallo scioglimento del permafrost e quasi tutte le infrastrutture nella maggior parte degli insediamenti della penisola di Taimyr sono state colpite.

Il crollo del permafrost durante il disgelo pone anche rischi per le infrastrutture di trasporto.

I tassi di erosione costiera nell'Artico sono tra i più alti al mondo e impattano su comunità, proprietà, infrastrutture e mezzi di sussistenza.

Total acres burned each year

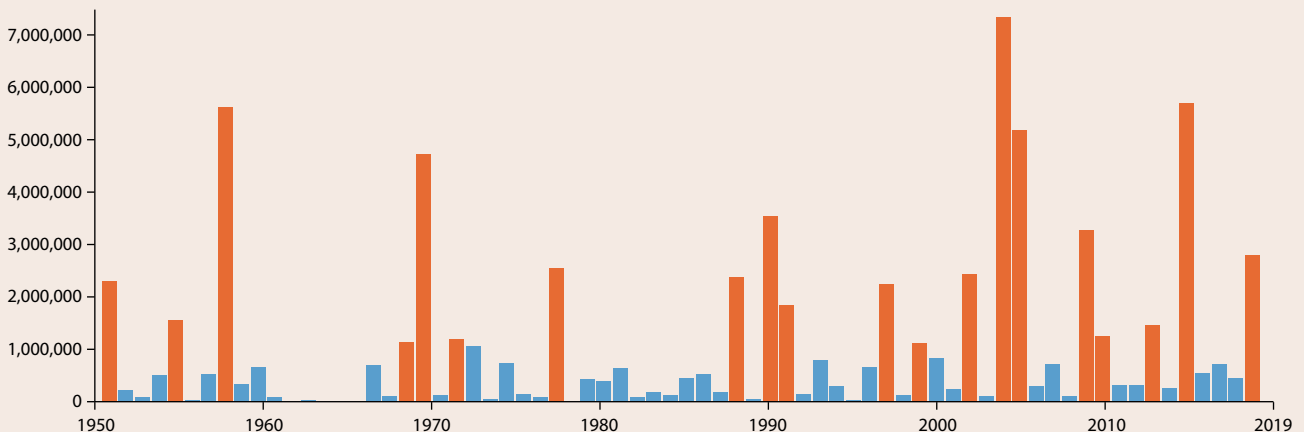


Figura 3. Acri di terreno bruciati annualmente dagli incendi in Alaska, 1950-2019. Le barre arancioni indicano valori superiori a 1 milione di acri (404.686 ettari).



Ashley Cooper pics /Alamy Stock Photo

## EVENTI ESTREMI

Gli incendi boschivi, le inondazioni interne e costiere, le temperature e precipitazioni estreme stanno già avendo importanti conseguenze socioeconomiche in Artico e si prevede che diventeranno più frequenti e severe nei prossimi anni. Ad esempio, più dell'85% dei villaggi nativi dell'Alaska sono soggetti a fenomeni di inondazione ed erosione; le inondazioni mettono a rischio in particolare le comunità più remote poiché la possibilità di effettuare operazioni di ricerca e soccorso può essere limitata. Forti neviccate e temporali, combinati con venti sostenuti, hanno provocato valanghe, colate di fango e smottamenti nell'arcipelago delle Svalbard negli ultimi dieci anni.


L'incidenza degli incendi è aumentata in alcune parti dell'Artico, come Alaska e Siberia. Gli incendi boschivi hanno diverse conseguenze, tra cui rischi per la vita e la proprietà, costi economici dei danni e degli sforzi di spegnimento, effetti del fumo e delle tossine sulla salute, ansia diffusa e stress personale nonché conseguenze sull'ecosistema. Il potenziale di incidenza degli incendi sulla salute mentale è illustrato in una valutazione non artica dello stato di salute mentale dei giovani adolescenti. Secondo questo studio, a seguito di un grande incendio a Fort McMurray (Alberta nord-orientale, Canada) nel 2016, si è verificato un aumento di tre volte del tasso di depressione, di due volte del tasso di ansia e di oltre due volte dell'incidenza del disturbo post-traumatico da stress rispetto alle valutazioni pre-incendio. La Svezia ha vissuto una stagione di incendi senza precedenti nel 2018, quando, tra l'altro, sono andati in fumo 81.000 ettari di pascolo vitale per le renne. Il Parlamento Sami Svedese ha stimato il costo per gli allevatori di renne in 64 milioni di euro. Sebbene si preveda che estati più lunghe e più calde in futuro aumenteranno il rischio di incendi boschivi, i modelli climatici prevedono anche aumenti delle precipitazioni medie annue e una diminuzione del numero di giorni consecutivi di siccità in Artico. Le tendenze future in relazione a incidenza e gravità degli incendi non sono quindi chiare.

Gli impatti combinati di più eventi estremi che si verificano simultaneamente o in successione possono anche avere effetti significativi sui mezzi di sussistenza e sulle comunità dell'Artico, come ad esempio eventi estremi di pioggia e neve che causano inondazioni o più incendi simultanei che mettono a dura prova i servizi di sicurezza e di spegnimento degli incendi.



Ryerson Clark /iStock


## I COSTI DELLO SCIoglimento DEL PERMAFROST

 In Alaska, lo scioglimento del permafrost aumenterà i costi complessivi di manutenzione delle infrastrutture pubbliche di circa il 10% (5,5 miliardi di dollari USA) entro il 2100, in uno scenario di concentrazione di gas serra (RCP 8.5).

Si stima che più di 36.000 edifici, 13.000 chilometri di strade e 100 aeroporti in Artico rischiano di subire danni a causa dello scioglimento del permafrost superficiale entro il 2050, sebbene i rischi effettivi nelle singole regioni dipenderanno dalle condizioni locali del suolo e dalle caratteristiche di progettazione delle infrastrutture.



## GLI ECOSISTEMI ARTICI STANNO VIVENDO CAMBIAMENTI RAPIDI E TRASFORMATIVI

 Molti degli effetti socioeconomici descritti sono determinati dalle conseguenze del cambiamento climatico sugli ecosistemi artici. Gli ecosistemi in tutto l'Artico stanno subendo cambiamenti fondamentali nella loro struttura e funzionamento, che influenzano l'alimentazione tradizionale, i mezzi di sussistenza, la pesca commerciale e, attraverso le ricadute sul sistema climatico, il cambiamento climatico globale.

Il riscaldamento e il raffreddamento dell'Oceano Artico influenzano direttamente e indirettamente il ciclo di vita delle specie marine, portando a cambiamenti nella stagionalità e nella distribuzione delle specie e mutamenti più ampi negli ecosistemi oceanici. Il declino della banchisa colpisce gli ecosistemi marini attraverso i cambiamenti derivanti dall'aumento di zone di mare aperto e perdurare di tali condizioni per periodi più lunghi (il che influenza il fitoplancton e le alghe del ghiaccio, compresa la tempistica delle fioriture del fitoplancton), nonché la produttività e la diversità ecosistemica sotto il ghiaccio. Questi cambiamenti

stanno avendo effetti a cascata sugli ecosistemi, con impatti diffusi sulla distribuzione, la stagionalità e l'abbondanza di una molteplicità di specie. I dati satellitari mostrano una tendenza all'aumento della produzione primaria in tutte le regioni dell'Oceano Artico negli ultimi due decenni, spiegata da complessi cambiamenti nelle condizioni di luce e nutrienti. Le conseguenze del riscaldamento in prossimità della superficie oceanica sui produttori primari negli strati oceanici superficiali e sotterranei sono ancora poco conosciute e ci sono nuove evidenze secondo le quali le specie di fitoplancton artico dominanti potrebbero essere in grado di adattarsi a temperature più elevate.



Le aree verdi della tundra artica sono aumentate complessivamente del 10% tra il 1982 e il 2019, per via di estati più lunghe e più calde. Un'area limitata è invece "brunita", indicando una diminuzione della copertura vegetale e della produttività, e comprende l'arcipelago artico canadese, l'Alaska sudoccidentale e parti della Siberia nordoccidentale. Le cause dell'imbrunimento comprendono eventi meteorologici invernali estremi e focolai di parassiti; tra gli altri possibili fattori troviamo ritardi nell'inizio dello scioglimento della neve e aumento delle acque superficiali stagnanti. La vegetazione artica svolge un ruolo importante negli scambi di energia e carbonio tra la terra e l'atmosfera: i cambiamenti nella vegetazione artica possono causare ricadute ecosistema-clima che aggravano il cambiamento climatico. Tuttavia, i cambiamenti nella vegetazione possono anche portare ad un aumento dell'assorbimento di carbonio, compensando almeno in parte questo effetto.

Gli eventi estremi possono esacerbare le transizioni già in atto dovute al riscaldamento climatico e alle mutazioni del ghiaccio marino, innescando ulteriori effetti sugli ecosistemi terrestri, d'acqua dolce e costieri. Ad esempio, precipitazioni estreme più frequenti, insieme a un rapporto pioggia-neve sempre più a favore della prima, influenzano la struttura e la funzione degli ecosistemi terrestri.

## CONSEGUENZE DELL'INGRESSO DI ACQUE PIÙ CALDE NELL'OCEANO ARTICO



Le acque più calde del Pacifico e dell'Atlantico stanno penetrando sempre più in profondità nell'Oceano Artico, con effetti diffusi sugli ecosistemi oceanici. La composizione delle comunità di plancton artico che costituiscono la base delle reti alimentari marine sta cambiando, così come la distribuzione e l'abbondanza di varietà di specie di invertebrati, pesci e mammiferi marini.

# RACCOMANDAZIONI

Partendo dai risultati riportati in questo rapporto, AMAP sottolinea la necessità di un'azione tesa a limitare il riscaldamento futuro e a comprenderne meglio le conseguenze per la regione dell'Artico. Per garantire la vita futura e la resilienza delle popolazioni, delle comunità e degli ecosistemi dell'Artico, AMAP sottolinea la necessità di:

## 1 CONTENERE IL CAMBIAMENTO FUTURO

Poiché l'accumulo di gas serra nell'atmosfera e alcune emissioni di climalteranti nel breve termine stanno determinando il cambiamento climatico in Artico, gli Stati Artici, i partecipanti permanenti e gli osservatori del Consiglio

Artico dovrebbero condurre, separatamente e collettivamente, sforzi sostenuti, ambiziosi e globali per ridurre queste emissioni e attuare pienamente l'Accordo di Parigi.

## 2 AMPLIARE IL MONITORAGGIO E LA RACCOLTA DI DATI SUL CAMBIAMENTO ARTICO

Il rapido ritmo di trasformazione degli ecosistemi artici richiede un'azione immediata per documentare ciò che viene perso e ciò che viene creato poiché ecosistemi unici stanno scomparendo e la criosfera si sta restringendo. La priorità nella raccolta delle informazioni deve essere data agli ecosistemi unici del manto di ghiaccio marino perenne rimanente, alle piattaforme di ghiaccio e ai laghi epishelf nonché alla calotta glaciale della Groenlandia.

AMAP sottolinea la necessità che le istituzioni scientifiche artiche e internazionali e i governi affrontino il problema della mancanza di dati. A tal fine viene incoraggiato l'uso di satelliti, veicoli autonomi e altre tecnologie emergenti che, insieme alle informazioni derivanti dalla conoscenza indigena, consentano di raccogliere dati da aree dell'Artico difficili da raggiungere.

È necessario sostenere lo sviluppo di indicatori climatici panartici, che derivino anche dalle conoscenze indigene, e migliorare la condivisione e disponibilità di dati per supportare ricercatori e decisori politici su scala nazionale e regionale.

La raccolta di dati sulle conseguenze degli eventi estremi su ecosistemi e popolazioni dell'Artico può contribuire a definire le priorità di ulteriori analisi. In particolare, è necessaria una valutazione sistematica dell'impatto socioeconomico degli eventi estremi nel contesto del cambiamento ambientale in Artico.

Il coordinamento dell'attività di monitoraggio degli ecosistemi climatici nelle regioni in rapido cambiamento potrebbe trarre vantaggio da una comparazione con le osservazioni effettuate in regioni meno suscettibili al cambiamento, per contribuire a delimitare con precisione i modelli predittivi di gestione degli ecosistemi e delle risorse.

I cambiamenti negli ecosistemi costieri, accentuati dagli eventi estremi, colpiscono sempre di più le comunità locali vulnerabili all'erosione della costa per via dell'azione delle onde e delle tempeste. L'adattamento richiede un monitoraggio costante e coordinato dell'ecosistema climatico in luoghi chiave, combinato con le informazioni derivanti dalla conoscenza indigena e locale.



NUOVO  
RISULTATO



MESSAGGIO  
INCORAGGIANTE



GAP DI  
CONOSCENZA

# 3



## AFFRONTARE I GAP DI CONOSCENZA

Permangono grandi lacune nella nostra conoscenza delle implicazioni sociali dei cambiamenti climatici in Artico. In particolare, la comprensione degli effetti del clima su sistemi socio-ecologici interconnessi richiede modellizzazioni e valutazioni più integrate.

Gli effetti del cambiamento climatico non si verificano separatamente e possono interagire tra loro. Ad esempio, la combinazione di un rapido riscaldamento primaverile e di precipitazioni consistenti su un manto nevoso profondo hanno provocato quasi 800 valanghe in Groenlandia nell'aprile del 2016. Comprendere le conseguenze di questi fenomeni cumulativi e compositi è importante per la mitigazione del rischio, la risposta ai pericoli, l'adattamento climatico e la risposta politica alle mutevoli condizioni climatiche.

Una migliore comprensione dei possibili collegamenti tra il cambiamento in Artico e il clima alle medie latitudini potrebbe migliorare la capacità dei meteorologi di prevedere pericolosi fenomeni meteorologici estremi in regioni lontane dall'Artico. Sono necessarie ulteriori ricerche per chiarire questi collegamenti.

La visione dei popoli indigeni è in gran parte assente dalle valutazioni del cambiamento in Artico. Dovrebbero essere compiuti maggiori

sforzi per integrare le informazioni fornite da coloro che sono più direttamente colpiti dai cambiamenti climatici e che hanno la più lunga storia di osservazioni e conoscenze in merito agli effetti dei cambiamenti climatici e degli eventi estremi.

Le previsioni riguardanti la produttività artica sono molto incerte. Prevedere la produttività futura dell'Oceano Artico richiede una migliore comprensione delle dinamiche associate al ghiaccio marino e in mare aperto, del ciclo dei nutrienti e della capacità di adattamento dei produttori primari a condizioni mutevoli.

I livelli di soglia negli ecosistemi artici, quali ad esempio i limiti di temperatura dell'acqua di mare per le specie di fitoplancton artico o le soglie di acidificazione degli oceani oltre le quali gli pteropodi non possono più formare conchiglie, necessitano di una valutazione più rigorosa, soprattutto per quanto riguarda i potenziali mutamenti dell'ecosistema. Esistono poche valutazioni riguardanti fenomeni quali temperature estremamente elevate, rapida perdita di ghiaccio marino, scioglimento diffuso della calotta glaciale della Groenlandia e altri eventi estremi in Artico che hanno preso in considerazione le soglie fisiche ed ecologiche e i punti di non ritorno.

# 4



## MIGLIORARE LA RILEVANZA E LA DISPONIBILITÀ DELLE INFORMAZIONI SCIENTIFICHE PER IL PROCESSO DECISIONALE

I Paesi artici stanno dedicando una crescente attenzione ai servizi per il clima, che traducono i dati sul clima in informazioni pertinenti e tempestive per supportare i governi, le comunità e le industrie nella pianificazione e nel processo decisionale.

I servizi climatici possono svolgere un ruolo cruciale in Artico, migliorando la sicurezza di fronte ai rischi legati al clima e allo stesso tempo fornendo informazioni alle attività di industrie nel campo della navigazione, del turismo e della pesca. È necessario implementare la raccolta di dati in questo ambito. Occorre inoltre migliorare il flusso di dati e la capacità predittiva delle organizzazioni di servizi climatici e sono necessari sforzi per sviluppare nuovi prodotti nell'ambito dei servizi ambientali, appropriati per le comunità artiche.

Allo stesso modo, i decisori politici possono beneficiare di informazioni aggiuntive sul

clima, rilevanti per il processo di pianificazione e decisionale, per la documentazione dei modelli climatici e la capacità di frenare gli eventi estremi, per l'adattamento dei modelli predittivi agli impatti sulle comunità nonché alla definizione di linee guida per la scelta dei modelli da utilizzare in analisi e quantificazione delle incertezze nelle proiezioni. La partecipazione e l'autodeterminazione dei popoli indigeni è essenziale nella ricerca e nel processo decisionale di cui la conoscenza indigena deve essere considerata parte integrante.

È necessario sviluppare ulteriormente la comprensione dei rischi futuri per gli ecosistemi e le comunità artiche, che tenga conto dei costi e benefici economici, per promuovere azioni di informazione concrete ed ambiziose rivolte alle nazioni artiche e al resto del mondo per limitare il riscaldamento dell'Artico e accelerare la transizione verso un ambiente più resiliente.

AMAP, istituito nel 1991 nell'ambito della Strategia di protezione ambientale degli otto Paesi dell'Artico, monitora e valuta lo stato della regione artica con riferimento all'inquinamento e ai cambiamenti climatici. AMAP elabora valutazioni di rilevanza politica con fondamento scientifico e realizza prodotti per la sensibilizzazione del pubblico con l'obiettivo di ispirare i processi decisionali e politici. Dal 1996, AMAP è uno dei sei gruppi di lavoro del Consiglio Artico.

Questo documento è stato preparato nell'ambito del Programma di Monitoraggio e Valutazione dell'Artico (AMAP) e non rappresenta necessariamente il punto di vista del Consiglio artico, dei suoi membri o dei suoi osservatori.

Questa sintesi si basa sul rapporto *AMAP Arctic Climate Change 2021: Key Trends and Impacts*, uno dei numerosi rapporti di valutazione pubblicati da AMAP nel 2021. I lettori sono invitati a leggere questo rapporto e quelli di seguito elencati, per ulteriori approfondimenti su clima e inquinamento:

- *Valutazione AMAP 2020: Inquinanti organici persistenti (POP) e contaminanti di interesse emergente (CEC) per l'Artico: impatto dei Cambiamenti Climatici*
- *Valutazione AMAP 2021: Analisi della presenza di mercurio nell'ambiente artico*
- *Valutazione AMAP 2021: Impatto degli inquinanti atmosferici di breve durata sul clima artico, sulla qualità dell'aria e sulla salute umana*
- *Valutazione AMAP 2021: Salute umana in Artico*



#### AMAP Secretariat

The Fram Centre,  
Box 6606 Stakkevollan,  
9296 Tromsø, Norway

Tel. +47 21 08 04 80  
Fax +47 21 08 04 85

amap@amap.no  
www.amap.no

**AMAP**  
Arctic Monitoring and  
Assessment Programme