

# INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI (POPs) E CONTAMINANTI DI PREOCCUPAZIONE EMERGENTE: INFLUENZA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

**SINTESI PER I DECISORI POLITICI**

PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE  
DELL'ARTICO (AMAP)



ARCTIC COUNCIL

AMAP

# SINTESI DEI RISULTATI PRINCIPALI

Il cambiamento climatico ha un impatto diretto e indiretto sulle fonti, sul trasporto e sulla destinazione finale degli inquinanti organici persistenti (POPs) e dei contaminanti di interesse emergente (CEC) in Artico. Tale impatto, a sua volta, influenza l'esposizione e, potenzialmente, gli effetti di questi contaminanti sulla fauna, sull'ecosistema e sulle popolazioni artiche.



## 2

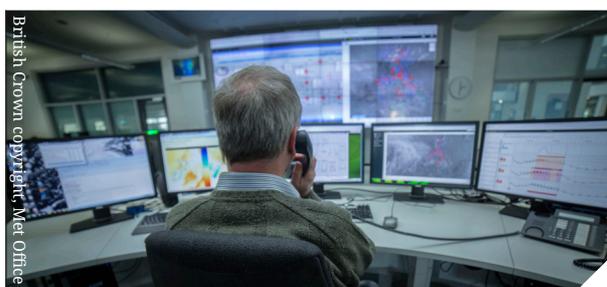


**Le reti alimentari artiche si stanno modificando a causa dei cambiamenti climatici e influenzano l'esposizione ai POPs dei principali predatori, come orsi polari e alcuni uccelli marini.** Tali mutamenti includono lo spostamento progressivo delle specie verso l'Artico settentrionale e le nuove reti alimentari legate, ad esempio, alla perdita di ghiaccio marino. Tuttavia, il grado e la direzione di queste variazioni nell'esposizione ai contaminanti non possono essere generalizzati per via delle differenze tra inquinanti, specie e luoghi.



## 1

**Studi recenti confermano che alcune previsioni in merito all'impatto dei cambiamenti climatici sulle fonti, sul trasporto e sulla destinazione finale dei POPs in Artico si stanno effettivamente verificando.** Nuove osservazioni prendono in considerazione anche il rilascio, indotto dal riscaldamento, di inquinanti organici persistenti precedentemente accumulati nel permafrost, a seguito dello scioglimento della neve e del ghiaccio e la conseguente redistribuzione dei POPs tra acqua, sedimenti, neve e aria. Tuttavia, ad oggi questi risultati derivano da un numero limitato di studi effettuati su poche e specifiche località artiche e non è ancora noto l'impatto su tutto il resto della regione.



## 3



**Le proiezioni dei modelli di clima ed emissioni suggeriscono che in Artico i livelli della maggior parte dei POPs inseriti nella Convenzione di Stoccolma continueranno a essere influenzati principalmente dalle emissioni globali provenienti da fonti primarie piuttosto che dagli effetti del cambiamento climatico su fonti secondarie come le (ri)emissioni da suolo, ghiacciai o permafrost.**

Peter Prokoshch



# 4

 **Il cambiamento climatico può in parte spiegare perché i livelli di alcuni POPs, tra cui i policlorobienili (PCB), non stanno diminuendo in Artico come ci si aspetterebbe a seguito della riduzione delle loro emissioni da fonte primaria.** L'andamento dei POPs in Artico è generalmente in calo grazie alle misure introdotte per ridurre le emissioni sia prima che con l'istituzione della Convenzione di Stoccolma; tuttavia, i livelli di alcuni inquinanti si stanno stabilizzando e negli ultimi anni hanno persino mostrato tendenze all'aumento nell'aria e nel biota. Questo andamento anomalo potrebbe essere in parte dovuto ai cambiamenti climatici.

Pernilla Mazzetto



# 5

  **Gli studi sulla presenza dei POPs nell'aria e nel biota artico hanno mostrato un legame tra le tendenze delle serie temporali osservate in luoghi specifici e i parametri climatici.** Queste informazioni possono essere utili laddove si utilizzano le analisi delle serie temporali per valutare l'efficacia dei provvedimenti normativi finalizzati alla riduzione di emissioni e rilasci di POPs, come ad esempio la valutazione dell'efficacia della Convenzione di Stoccolma.

Matt Howard



# 6

  **Permangono molte lacune nella comprensione dell'impatto attuale e futuro dei cambiamenti climatici sugli inquinanti organici persistenti (POPs) e sui contaminanti di interesse emergente (CEC) nell'Artico.** Non è noto, ad esempio, in che misura le fonti primarie di questi contaminanti all'interno dell'Artico e gli effetti secondari dei cambiamenti climatici contribuiscono alla contaminazione locale e regionale. L'influenza del cambiamento climatico sul percorso e la destinazione finale di alcuni CEC può essere dedotta dalle loro proprietà fisico-chimiche, ma sono necessari studi sul campo e modellizzazioni, in particolare per i CEC che potrebbero essere inclusi nella lista della Convenzione di Stoccolma. Inoltre, è ancora limitata la conoscenza dei possibili cambiamenti degli ecosistemi artici e delle reti alimentari che possono alterare i percorsi della fauna selvatica e l'esposizione umana ai contaminanti.

## LEGENDA DEI SIMBOLI:



OSSERVAZIONE



PREVISIONE



NUOVO  
RISULTATO



RISULTATO  
AGGIORNATO



GAP DI  
CONOSCENZA



MESSAGGIO  
INCORAGGIANTE

# CONTESTO E CAMPO DI APPLICAZIONE: COMPRENDERE IL DESTINO DEI CONTAMINANTI NEL QUADRO DI UN ARTICO IN RAPIDO CAMBIAMENTO

I paesaggi e gli ecosistemi artici si stanno trasformando rapidamente a causa dei cambiamenti climatici. La perdita di neve e ghiaccio marino, l'aumento della temperatura dell'acqua del mare, lo scongelamento del permafrost e il verificarsi di incendi ed eventi meteorologici estremi continuano ad intensificarsi e, in alcuni casi, la loro velocità sta accelerando. Le alterazioni dell'ambiente fisico stanno determinando cambiamenti nella varietà, nella distribuzione e nel comportamento del biota artico, trasformando le reti alimentari e portando a una maggiore attività umana nella regione. Oltre ad essere significativi di per sé, questi cambiamenti legati al clima possono anche alterare le fonti, il trasporto e il destino dei contaminanti antropici, molti dei quali influenzano la fauna selvatica e la salute umana.

## RILEVANZA POLITICA – IMPORTANZA DI QUESTO TEMA

**I cambiamenti legati al clima nel trasporto e nel destino dei contaminanti possono influire sull'esposizione e la salute della fauna selvatica e delle popolazioni umane dell'Artico, in particolare delle popolazioni indigene e delle comunità locali. Comprendere tali cambiamenti è quindi fondamentale per prevedere i rischi per la fauna selvatica e la salute umana e agire tempestivamente attraverso politiche nazionali, multilaterali o globali.**

Le precedenti valutazioni AMAP e il lavoro congiunto con il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente hanno esaminato i potenziali effetti dei cambiamenti climatici sul trasporto a lungo raggio e la destinazione dei POPs nell'Artico, evidenziandone la rilevanza per la Convenzione di Stoccolma sugli Inquinanti Organici

Persistenti. Nuove informazioni scientifiche forniscono prove sempre più evidenti del fatto che gli effetti previsti del cambiamento climatico sui livelli e sull'andamento dei contaminanti artici si stanno effettivamente verificando e devono essere tenuti in considerazione nei processi decisionali e politici.

## POPs E CEC: CARATTERISTICHE E INFLUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

**Il risultato dell'interazione tra clima e contaminanti dipende non solo dal tipo e dall'entità dei cambiamenti ambientali, ma anche dalle fonti, dalle proprietà e dallo stato normativo delle sostanze chimiche. In questo report si fa riferimento a due ampi gruppi di contaminanti ambientali:**

**Inquinanti organici persistenti (POPs):** sostanze chimiche elencate nella Convenzione di Stoccolma sulla base dell'evidenza della loro persistenza ambientale, bioaccumulo, trasporto a lungo raggio e tossicità. La loro presenza nell'Artico fino ad oggi deriva principalmente dal trasporto a lungo raggio. A causa delle restrizioni alla loro produzione e utilizzo, i livelli di molti POPs stanno diminuendo in Artico. Tuttavia, come conseguenza dell'uso passato, si possono trovare depositi di POPs all'interno di serbatoi ambientali quali ghiacciai artici e ghiaccio marino che potrebbero essere rilasciati nuovamente in un Artico in rapido riscaldamento. Esempi includono pesticidi (ad es. DDT) e prodotti chimici industriali come PCB, prodotti chimici ignifughi (ad es. PBDE) o protettivi di superficie fluorurati (PFOS, PFOA).

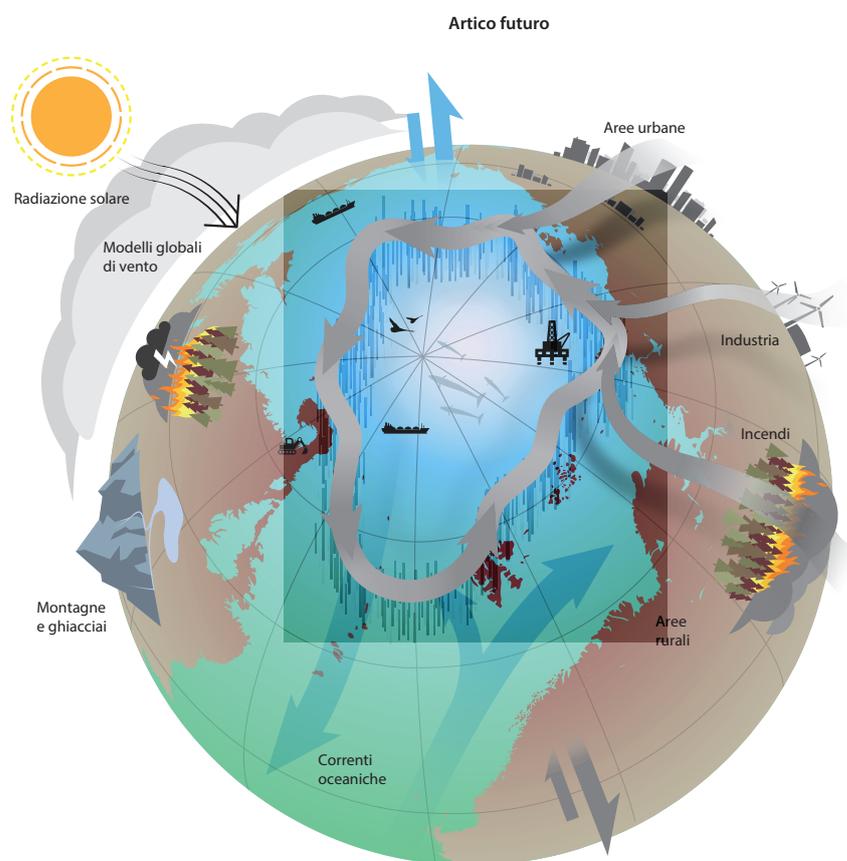
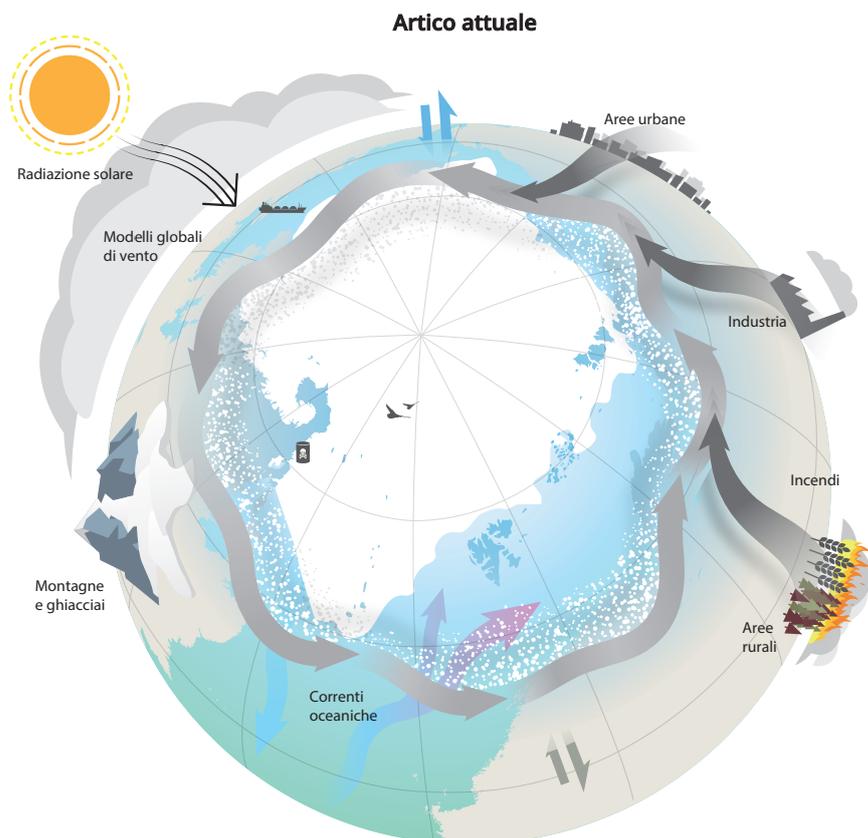
**Sostanze chimiche di interesse emergente per l'Artico (CEC):** sostanze chimiche che non sono attualmente (al 2020) elencate nella Convenzione di Stoccolma ma sono state riconosciute di potenziale interesse per via della loro presenza documentata negli ecosistemi artici. Per la maggior parte sono sostanze chimiche di uso corrente non regolamentate, alcune sono alternative alle sostanze chimiche vietate e possibili candidate ad essere incluse nella Convenzione di Stoccolma. Alcune si trovano nei prodotti di consumo ed è probabile che la loro presenza in Artico sia dovuta al trasporto a lungo raggio ma anche a fonti locali all'interno dell'Artico. Esistono scarse informazioni in merito ai CEC e all'impatto previsto dei cambiamenti climatici sulla loro destinazione negli ecosistemi artici. Esempi di CEC includono le sostanze per- e poli fluorocarboniche (PFAS) non già elencate nella Convenzione di Stoccolma, i pesticidi di uso corrente (CUP) e gli esteri organofosfati (OPE).

Conoscere gli effetti del cambiamento climatico sui contaminanti artici è importante per valutare le azioni passate e ispirare le misure future della Convenzione di Stoccolma e di altri organismi di regolamentazione chimica.

La presenza di contaminanti chimici nel remoto Artico rappresenta un'opportunità unica per fornire prove della persistenza ambientale e del trasporto a lungo raggio, che possono essere utilizzate per valutare le sostanze chimiche ai fini della loro gestione nell'ambito della Convenzione di Stoccolma. Il cambiamento climatico può anche influenzare le tendenze temporali dei contaminanti a lungo termine utilizzate nei processi per monitorare l'efficacia delle restrizioni e dei divieti all'uso di sostanze chimiche, come la valutazione dell'efficacia della Convenzione di Stoccolma.

La valutazione AMAP qui riassunta esamina lo stato attuale delle conoscenze in merito all'influenza del clima sulla destinazione di POPs e CEC. I risultati della valutazione forniscono informazioni su come orientare la ricerca e gli sforzi politici per comprendere i futuri cambiamenti dell'inquinamento artico, indirizzare i provvedimenti normativi e proteggere la salute della fauna selvatica e delle popolazioni dell'Artico. Questi risultati sono alla base delle raccomandazioni del gruppo di lavoro AMAP fornite più avanti in questo documento.

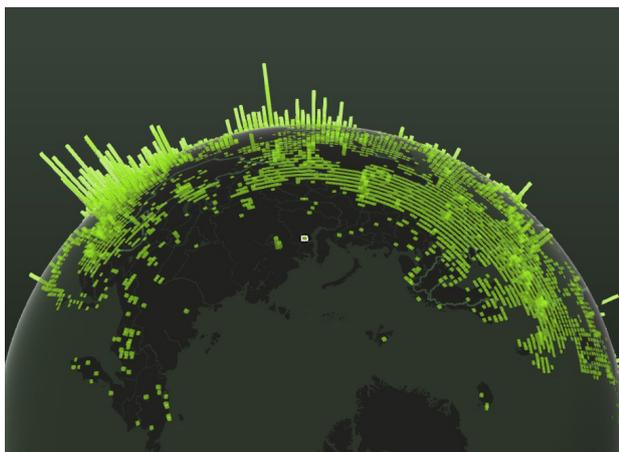
1. Valutazione AMAP 2002: L'influenza del cambiamento globale sui percorsi dei contaminanti verso, all'interno e dall'Artico. Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico (AMAP).
2. Rapporto del gruppo di esperti UNEP/AMAP 2011: Cambiamenti climatici e POPs: prevedere gli impatti. Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) e Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico (AMAP).
3. Valutazione AMAP 2020: POPs e sostanze chimiche di interesse emergente per l'Artico: influenza del cambiamento climatico. Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico (AMAP).
4. Valutazione AMAP 2016: Sostanze chimiche di interesse emergente per l'Artico. Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico (AMAP).



In futuro, l'Artico sarà soggetto a numerosi cambiamenti, tra cui la perdita di ghiaccio, neve e permafrost, l'aumento e lo sviluppo dell'attività umana e i cambiamenti dei modelli di circolazione del vento e degli oceani, che potrebbero alterare le fonti, i percorsi, la distribuzione e la destinazione dei contaminanti.

# EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLE FONTI PRIMARIE DI CONTAMINANTI E SULLE VIE PER L'ARTICO

I contaminanti che si trovano in Artico provengono da varie fonti. Alcune sostanze, come pesticidi e prodotti chimici industriali, vengono rilasciate prevalentemente durante la produzione e l'utilizzo a latitudini inferiori e trasportate verso l'Artico dalle correnti atmosferiche e oceaniche. Altre sostanze, come ritardanti di fiamma e PFAS, sono presenti nei materiali e nei prodotti importati, utilizzati e smaltiti localmente all'interno dell'Artico.



Quantificare gli effetti del cambiamento climatico sulle fonti e sui percorsi dei contaminanti è impegnativo; pertanto, i modelli basati sulle emissioni chimiche disponibili e sui dati di monitoraggio ambientale vengono spesso utilizzati per ricavare stime degli impatti attuali e futuri.

## In che modo il cambiamento climatico sta influenzando le fonti primarie di contaminanti nell'Artico?

Sebbene sia prevedibile che il riscaldamento del clima in Artico determini un'intensificazione dei fenomeni ambientali e delle attività umane, note fonti primarie di contaminanti, sono disponibili pochi studi sul collegamento diretto tra questi elementi. È previsto un aumento degli incendi boschivi in Artico, fonti di POPs e CEC compresi idrocarburi policiclici aromatici (IPA). I cambiamenti previsti nel numero e nella localizzazione di parassiti agricoli e vettori di malattie degli insetti porteranno ad un aumento dell'uso di pesticidi. Anche le attività umane alle latitudini settentrionali prevedibilmente aumenteranno con il riscaldamento del clima. Con la crescita della popolazione e dell'attività economica nella regione, le fonti primarie di contaminanti verranno probabilmente avvicinate o addirittura portate all'interno dell'Artico.

## Il cambiamento climatico sta alterando i percorsi di trasporto a lungo raggio dei contaminanti verso l'Artico?

I modelli suggeriscono che il cambiamento climatico influenzerà le vie di trasporto dei contaminanti verso l'Artico. I cambiamenti dei modelli di temperatura e clima su larga scala aumenteranno la volatilizzazione chimica e la degradazione, altereranno le vie di trasporto a lungo raggio con un diverso impatto sulle sostanze chimiche a seconda del sistema di trasporto principale verso l'Artico. Tuttavia, gli effetti del cambiamento climatico sul trasporto di contaminanti nella regione previsti dagli studi di modellizzazione fino ad oggi sono minimi rispetto a quelli che si prevede possano derivare dagli sforzi normativi globali volti alla riduzione delle emissioni. Le proiezioni del modello per l'anno 2100 stimano che il cambiamento climatico potrebbe contribuire a un aumento fino a quattro volte delle concentrazioni di alcuni POPs nell'aria e nell'acqua dell'Artico, mentre le riduzioni delle emissioni globali potrebbero portare a cali di concentrazione 1000 volte superiori.

## Confronto tra fonti locali e fonti di trasporto a lungo raggio di contaminanti negli scenari futuri di cambiamento climatico

Il cambiamento climatico porterà a un aumento della popolazione umana, delle attività e dello sviluppo nelle regioni settentrionali, che sarà probabilmente accompagnato da una presenza crescente di sostanze chimiche di interesse emergente (CEC). Pertanto, è probabile che anche in futuro aumenteranno le fonti primarie di contaminanti all'interno dell'Artico. Le precedenti valutazioni AMAP hanno concluso che il contributo principale agli attuali livelli di contaminanti nella regione artica sia da attribuire al trasporto a lungo raggio; tuttavia, il contributo relativo del trasporto a lungo raggio e del rilascio locale può variare per alcune sostanze chimiche su scala locale, specialmente nelle aree vicine alle sorgenti.

## ATTIVITÀ UMANE E SVILUPPO: POTENZIALI FONTI PRIMARIE DI CONTAMINANTI ALL'INTERNO DELL'ARTICO

L'espansione dell'impronta umana nell'Artico contribuirà direttamente e indirettamente al rilascio di contaminanti chimici a livello locale. Il rilascio di contaminanti da nuove fonti primarie all'interno dell'Artico può anche essere aggravato da cambiamenti ambientali legati al clima, come l'aumento delle precipitazioni, il deflusso dell'acqua derivante dal disgelo e lo scongelamento del permafrost, contribuendo allo scarico di contaminanti nei corsi d'acqua locali e costieri.

Il trasporto marittimo, il turismo, la pesca e lo sfruttamento delle risorse minerarie in Artico sono attività economiche che possono contribuire all'inquinamento locale. Livelli elevati di ritardanti di fiamma e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono già stati rilevati in prossimità di comunità, edifici e aeroporti. Molti prodotti domestici e commerciali contengono CEC che vengono rilasciati nell'ambiente dopo il loro smaltimento. Le comunità artiche, in particolare le comunità delle regioni più remote, hanno possibilità limitate per la gestione dei rifiuti tra cui l'incenerimento all'aria aperta e lo scarico dei rifiuti liquidi nelle lagune fognarie.

Con il riscaldamento del clima, il permafrost al di sotto delle lagune dei liquami e delle discariche di rifiuti può degradarsi e non frenare più la contaminazione del suolo, delle falde acquifere e dei corsi d'acqua adiacenti. Un eventuale aumento delle emissioni locali si affiancherebbe al continuo apporto di inquinanti trasportati a lungo raggio da fonti lontane.

Un certo numero di PFAC si trovano nelle schiume antincendio - una potenziale fonte locale di CAE all'interno dell'Artico

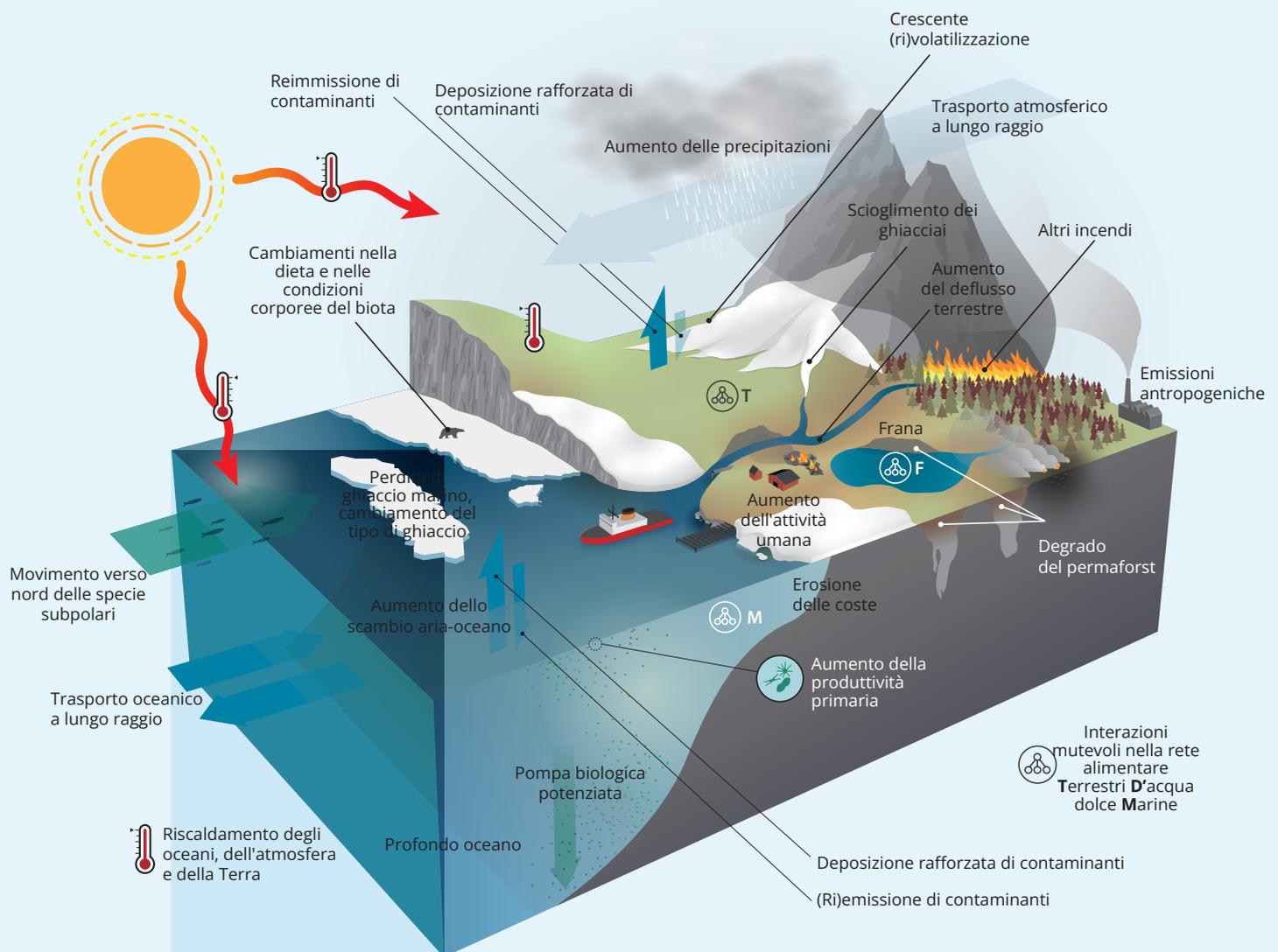
# INFLUENZA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA PRESENZA DI CONTAMINANTI NEGLI ECOSISTEMI ARTICI E TRA LA FAUNA SELVATICA

L'Artico è una vasta regione che comprende diversi ecosistemi e specie collegati attraverso complessi percorsi biogeochimici ed ecologici, molti dei quali mediano anche il trasporto e il bioaccumulo di POPs. Alterando le strutture degli ecosistemi e le connessioni tra le specie, il cambiamento climatico influenza anche i livelli e i movimenti dei contaminanti nell'ambiente e nel biota.

## Quali sono i principali cambiamenti legati al clima che influenzano i livelli e la destinazione dei contaminanti negli ecosistemi artici?



Si stanno verificando numerosi cambiamenti legati al clima negli ambienti e negli ecosistemi artici con effetti sia osservabili che attesi sul movimento e sulla distribuzione dei contaminanti all'interno della regione. Il grado di certezza dell'esistenza di un collegamento tra cambiamento climatico ed effetti sui contaminanti varia a seconda della disponibilità e della frequenza delle osservazioni.



I principali cambiamenti legati al clima che influenzano i livelli e il destino dei contaminanti negli ecosistemi artici

# OSSERVAZIONE DEGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

## SUI CONTAMINANTI ARTICI

Osservazioni recenti indicano che le trasformazioni degli ecosistemi artici dovute al cambiamento climatico influenzano il movimento e l'accumulo di contaminanti. Sebbene tali cambiamenti dell'ecosistema si stiano verificando in tutta la regione, le evidenze fino ad oggi degli effetti legati al clima sui contaminanti sono tratte da un numero relativamente piccolo di studi condotti solo in poche località.



### ALTERAZIONI STAGIONALI

L'alterazione delle tempistiche dei cambiamenti stagionali come lo scioglimento della neve e la rottura del ghiaccio marino influenza le risposte dell'ecosistema quali la fioritura del fitoplancton, la migrazione e la disponibilità di cibo, con effetti indiretti sull'esposizione ai contaminanti. Le stagioni più brevi del ghiaccio marino si riflettono in una diminuzione dei POPs nelle foche nella Groenlandia occidentale, nell'arcipelago artico canadese e nella baia di Hudson.

Per quanto riguarda gli uccelli marini, i siti di nidificazione estivi dell'Artico presentano livelli di esposizione ai POPs più elevati rispetto ai siti di svernamento meridionali; pertanto, i cambiamenti nel tempo trascorso in inverno e nei siti di nidificazione potrebbero influire

**Esempi** di studi in cui sono stati osservati effetti legati ai cambiamenti climatici sui contaminanti artici



### DEGRADAZIONE E SCIoglIMENTO DEL PERMAFROST

Lo scioglimento e l'erosione del permafrost che circonda i laghi artici mobilita i contaminanti immagazzinati nei bacini idrografici d'acqua dolce.

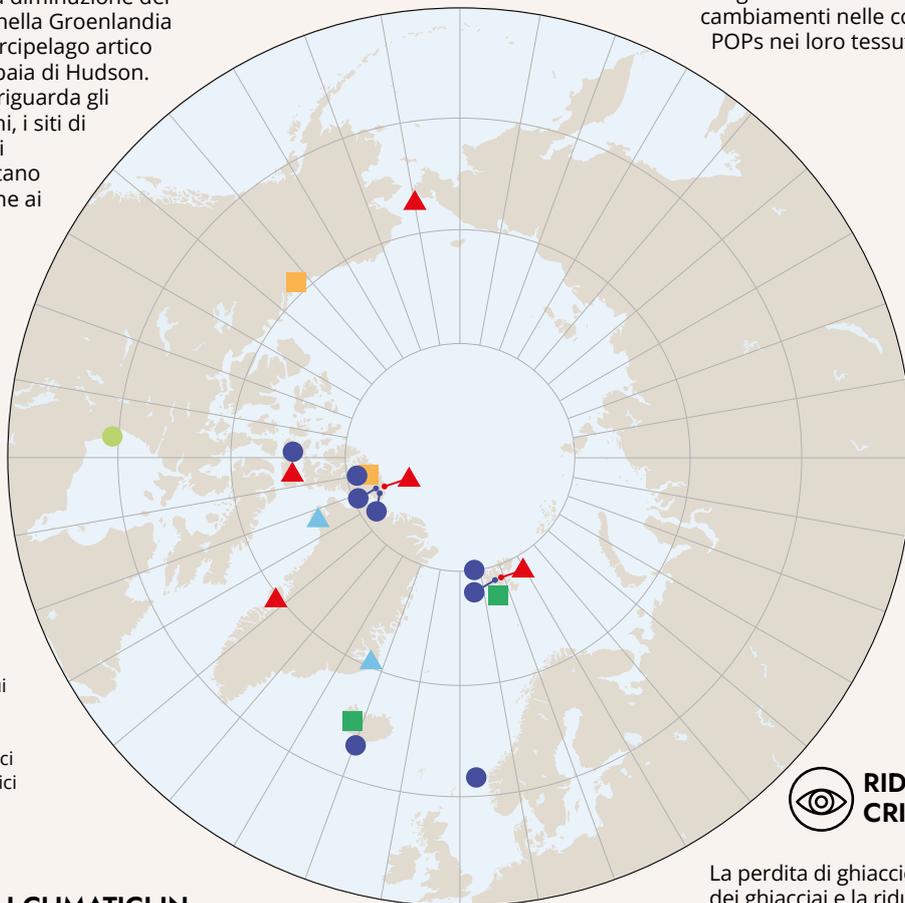
Nell'Artico canadese, il disgelo del permafrost è stato associato all'aumento delle concentrazioni di POPs nell'acqua dolce, negli invertebrati bentonici e nel salmerino alpino.



### COMUNITÀ ECOLOGICHE E RETI ALIMENTARI ALTERATE

I cambiamenti nell'abbondanza, nella distribuzione e nei movimenti stagionali delle specie artiche stanno creando nuove comunità ecologiche e relazioni che alterano i percorsi e i livelli di esposizione ai contaminanti nella fauna selvatica.

Le alterazioni della dieta degli orsi polari dovute alla diminuzione del ghiaccio marino sono associate a cambiamenti nelle concentrazioni di POPs nei loro tessuti.



### MODELLI CLIMATICI IN EVOLUZIONE

L'evoluzione dei modelli climatici globali e regionali può influenzare la distribuzione e il movimento delle sostanze chimiche verso e all'interno dell'Artico. Esistono associazioni statistiche tra i livelli di contaminanti nel biota e parametri climatici quali le precipitazioni, le condizioni del ghiaccio marino e le variazioni nei modelli climatici regionali.

È stato osservato un collegamento tra gli indici di oscillazione climatica e i POPs presenti nell'aria artica, nell'acqua di mare e nel biota.



### MOVIMENTO VERSO NORD DI SPECIE SUB-ARTICHE

La crescente presenza nell'Artico di biota proveniente da regioni più contaminate a latitudini inferiori può introdurre livelli più elevati di contaminanti nella catena alimentare artica.

Nell'Artico canadese, sono state rilevate concentrazioni di POPs più elevate nel mallotto subartico rispetto al merluzzo artico.



### RIDUZIONE DELLA CRIOSFERA

La perdita di ghiaccio marino, il ritiro dei ghiacciai e la riduzione del manto nevoso mobilitano nell'aria, nei fiumi, nei laghi e nell'acqua di mare le sostanze inquinanti precedentemente depositate e alterano il comportamento della fauna selvatica dipendente dal ghiaccio, con conseguenze sulla dieta e sull'esposizione ai contaminanti delle varie specie.

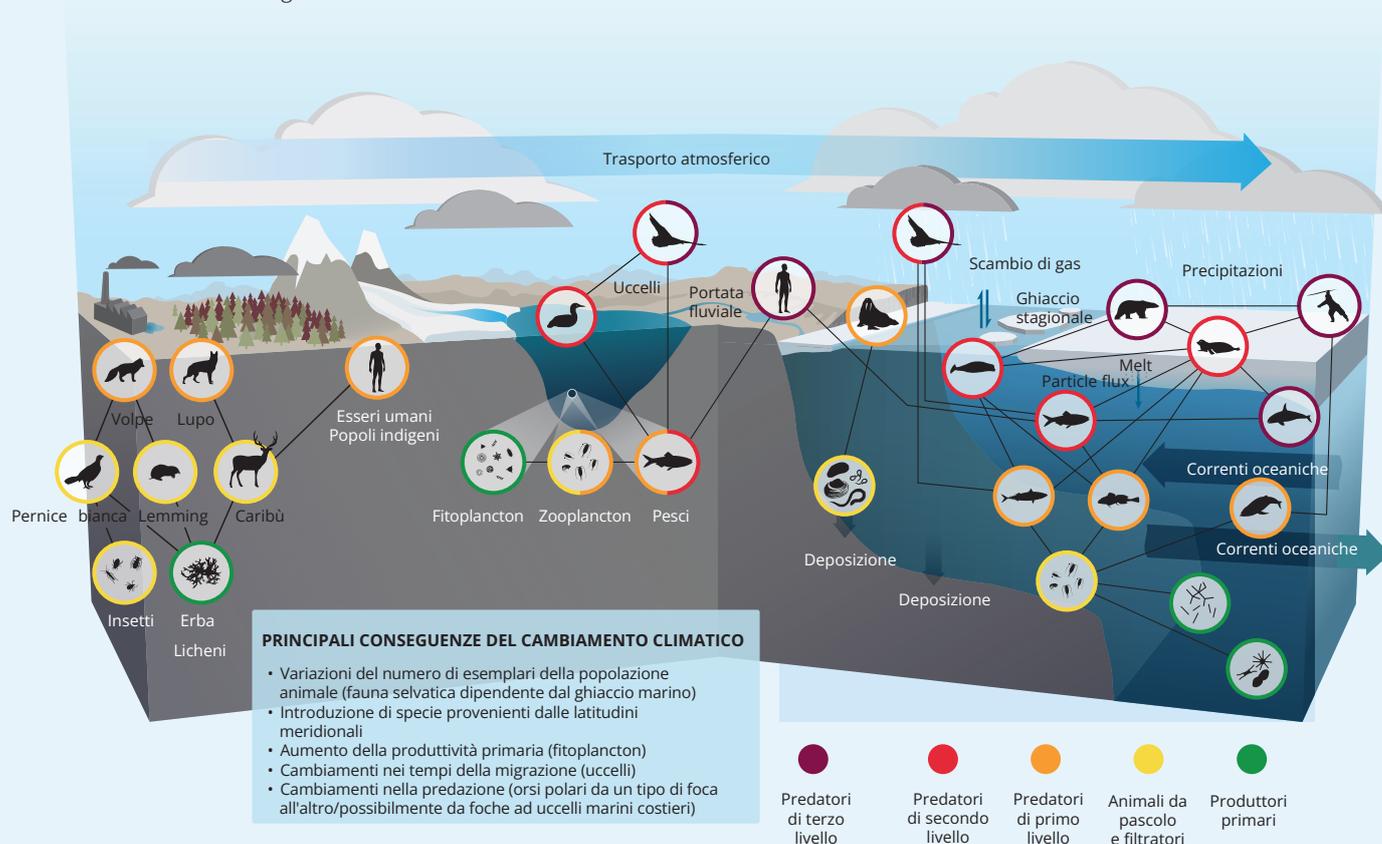
Maggiori quantità di POPs e CEC nell'acqua di mare, nei laghi e nei fiordi alimentati dai ghiacciai sono associate a un incremento dello scioglimento dei ghiacci a causa del cambiamento climatico. La copertura e la qualità del ghiaccio hanno mostrato una relazione con i livelli di contaminanti nelle foche e negli orsi polari.

## In che modo i cambiamenti climatici influenzano l'accumulo e il movimento dei contaminanti all'interno dell'ambiente fisico artico?

 Le osservazioni indicano che il cambiamento climatico sta chiaramente intensificando la mobilità e il trasferimento di POPs tra le matrici ambientali dell'Artico; tuttavia, non è del tutto chiaro l'effetto netto complessivo sui livelli nelle specifiche matrici, come l'aria o l'acqua di mare. Il cambiamento climatico influenza i percorsi biogeochimici e inquinanti da molte direzioni diverse talvolta opposte, rendendo difficile stimare l'impatto combinato di questi cambiamenti. Inoltre, diversi effetti sembrano essere specifici del sito o della regione e, pertanto, non possono essere estesi a tutte le regioni artiche.

## In che modo il cambiamento climatico influenzerà i livelli di POPs nel biota artico e nelle reti alimentari?

  I risultati attuali indicano che il cambiamento climatico sta colpendo il biota artico e le reti alimentari attraverso numerosi meccanismi sovrapposti. Come risultato di questi cambiamenti ambientali complessi e interconnessi, l'impatto complessivo dell'esposizione ai contaminanti negli ecosistemi artici è poco conosciuto. La direzione e l'entità dei cambiamenti delle concentrazioni di POPs nel biota non sono coerenti ma dipendono dalla specie, dall'ecosistema e dalla posizione e non sono attualmente prevedibili; tuttavia, si stanno verificando. Gli effetti del clima su un'ampia gamma di habitat, specie e processi sono associati e sono in grado di alterare la dinamica dei POPs nelle reti alimentari artiche.



Le alterazioni dovute al clima delle fonti, dei percorsi e della destinazione ambientale dei contaminanti sono ulteriormente influenzate dall'abbondanza, dalla gamma di habitat, dalla stagionalità, dall'accessibilità delle prede e dalla fisiologia delle singole specie di fauna selvatica nelle comunità ecologiche dell'Artico. La natura altamente connessa delle reti alimentari e le potenziali conseguenze del cambiamento climatico rendono difficile stimare gli effetti complessivi dell'esposizione delle specie artiche ai contaminanti.

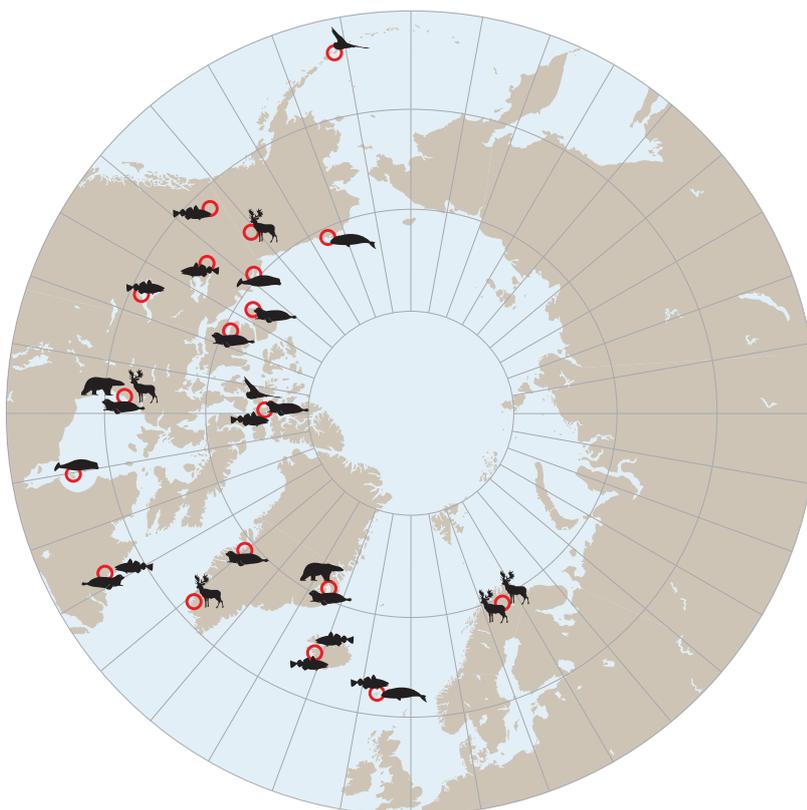
## In che modo la sapienza indigena e la conoscenza locale possono contribuire al dibattito in merito agli effetti del clima sull'andamento dei contaminanti?



I popoli indigeni del nord e le comunità locali sono stati direttamente interconnessi agli ecosistemi artici per secoli e hanno un ricco bagaglio di conoscenze correlate. La sapienza indigena e la conoscenza locale, combinate con le attuali osservazioni delle condizioni del ghiaccio marino e dei cambiamenti ecologici, potrebbero migliorare significativamente la comprensione degli effetti del clima sull'andamento dei contaminanti in Artico.

La presente valutazione AMAP ha messo in luce l'importanza degli sforzi per un monitoraggio a lungo termine di aree specifiche e la necessità di un migliore accesso ai dati sui cambiamenti locali e regionali legati al clima.

Le comunità del nord sono in una buona posizione per contribuire ad affrontare queste sfide. Alcune comunità indigene già monitorano lo spessore del ghiaccio marino, le date di rottura e altri parametri climatici. Tuttavia, si potrebbero coinvolgere anche altre comunità, in particolare quelle già attive nel monitoraggio dei contaminanti, che potrebbero anche guidare o collaborare alla raccolta di informazioni sul clima. Tali progetti guidati dalle comunità aiuterebbero ad indirizzare la ricerca in base alle loro esigenze specifiche sostenendo progetti di monitoraggio pluriennali, necessari per identificare l'influenza del clima sulle tendenze dei POPs.



-  Campionamento delle comunità
-  Foca dagli anelli
-  Beluga
-  Altre balene
-  Pesci
-  Caribù/renna
-  Uccelli marini
-  Orso polare

Molte comunità del nord sono coinvolte nel monitoraggio a lungo termine dei POPs. Queste comunità stanno contribuendo o potrebbero contribuire alla coproduzione di conoscenze sulla fauna locale e sui cambiamenti ambientali. Gli studi che combinano la ricerca sui contaminanti e sul clima sono particolarmente utili.

# INFLUENZA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLE TENDENZE TEMPORALI A LUNGO TERMINE DEI CONTAMINANTI NELL'ARTICO

Il costante monitoraggio ambientale produce serie temporali che migliorano la nostra comprensione dell'andamento dei contaminanti nell'Artico. Le tendenze temporali sono fondamentali per valutare l'efficacia delle normative sui POPs a livello globale e regionale, supportare eventuali nuove azioni normative per i CEC e proteggere la sicurezza alimentare e la salute delle popolazioni indigene che dipendono da diete tradizionali. Tuttavia, gli effetti complessi dei cambiamenti climatici sulle fonti, sui percorsi e sulla destinazione dei contaminanti negli ecosistemi artici possono influenzare i dati, alterando così l'interpretazione dell'andamento temporale su cui si basa il processo decisionale.

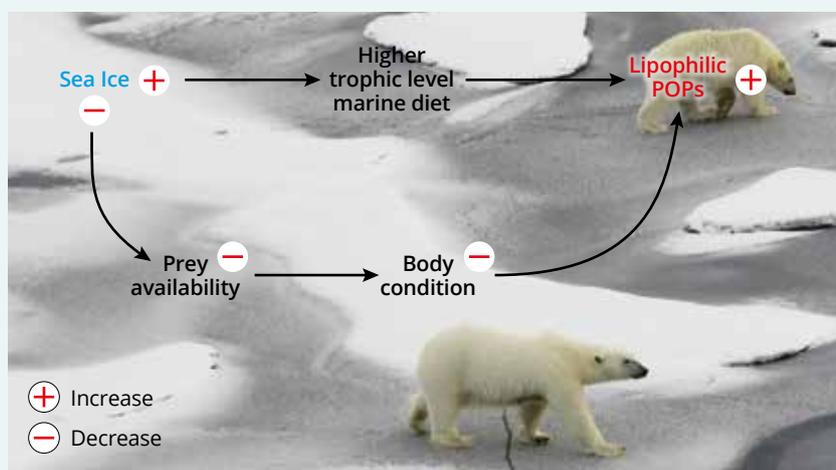
## Esiste un legame tra l'andamento temporale dei POPs e i parametri climatici o i cambiamenti della catena alimentare?

Sebbene attualmente esistano molte serie temporali decennali che analizzano i POPs nell'aria e nel biota artico, soltanto alcune di esse hanno approfondito il collegamento con i parametri climatici. Tuttavia, i risultati disponibili indicano che i fattori climatici, tra cui le condizioni del ghiaccio marino e i modelli climatici riflessi negli indici di oscillazione, possono influenzare l'entità delle tendenze dei contaminanti nell'ambiente fisico e nel biota artico, inclusi pesci, uccelli marini, foche e orsi polari.

Tuttavia, la relazione tra clima e andamento temporale dei contaminanti non è univoca e varia a seconda dei luoghi, delle specie e dei composti misurati. Inoltre, potrebbe intercorrere un intervallo di tempo tra i cambiamenti climatici e i loro effetti sui livelli di POPs; quindi, potremmo essere di fronte solo all'inizio di influenze climatiche potenzialmente più ampie sulle tendenze dei contaminanti artici.

## Le influenze del clima sull'andamento temporale dei contaminanti hanno implicazioni sulle normative nazionali e internazionali in materia di sostanze chimiche?

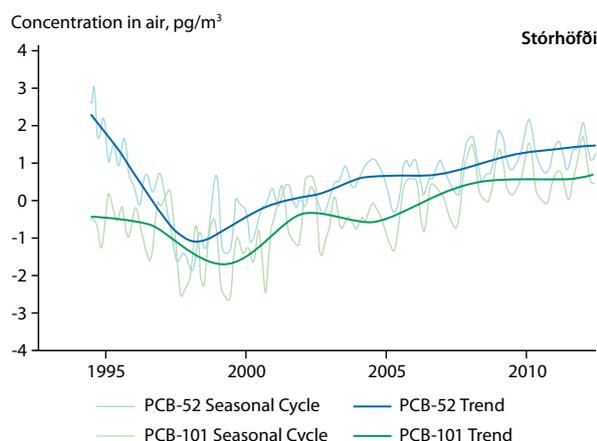
I risultati di modelli e misurazioni su alcuni POPs elencati nella Convenzione di Stoccolma suggeriscono che le emissioni primarie sono, e continueranno ad essere, il fattore principale che influenza l'andamento dei contaminanti artici. Tuttavia, l'effetto del clima potrebbe condizionare l'interpretazione delle serie temporali dei contaminanti utilizzate per valutare l'efficacia della Convenzione di Stoccolma e di altre regolamentazioni sui POPs. I risultati attuali suggeriscono che gli effetti del clima sull'andamento dei contaminanti non possono essere generalizzati o estesi a tutto l'Artico, poiché il grado e la direzione dell'influenza climatica possono variare a seconda di inquinanti, specie e luoghi. Una forte componente locale o regionale può intervenire sull'andamento dei POPs a causa di fattori specifici della posizione geografica, pertanto, il monitoraggio ambientale continuo dei dati relativi sia ai contaminanti che al clima sarà essenziale per informare le future azioni normative.



Sono stati osservati dei collegamenti tra gli indicatori climatici e le tendenze dei contaminanti nel biota artico, inclusi pesci, uccelli marini, foche e orsi polari e, in alcuni casi, possono essere attribuiti ai cambiamenti nelle specie predate a seguito del cambiamento climatico.

Le variazioni dell'estensione del ghiaccio marino alterano la disponibilità delle prede e le condizioni fisiche degli orsi polari, con conseguenze sui livelli di contaminanti. In situazioni di ridotta estensione del ghiaccio marino, gli orsi polari hanno un accesso limitato alla loro preda preferita, la foca, diventano più magri e mostrano più alte concentrazioni di POPs lipofili nei tessuti.

## RALLENTAMENTO DEI POPS IN DIMINUIZIONE: POTENZIALI INFLUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO



In alcune località, il declino di alcuni POPs sta rallentando e persino invertendo la direzione, potenzialmente in associazione con i cambiamenti climatici. I livelli di PCB-52 e PCB-101 nell'aria stanno ora aumentando nel sito costiero di Stórhöfði, in Islanda, in prossimità della ritirata delle calotte polari, dopo precedenti diminuzioni.

### Qual è il grado di precisione delle previsioni sull'impatto dei contaminanti in Artico nel quadro dei futuri cambiamenti climatici?

Questo rapporto di valutazione ha messo in luce la grande complessità di una comparazione tra gli effetti diretti e indiretti dei cambiamenti climatici sui POPs in Artico. L'impatto generale del clima sui livelli e l'andamento dei contaminanti dipende da numerosi fattori che includono le alterazioni delle fonti di contaminanti, i percorsi di trasporto, gli ambienti artici e le comunità ecologiche. Alcuni di questi cambiamenti saranno evidenti nel giro di settimane o mesi, mentre altri impiegheranno anni o decenni per manifestarsi. Inoltre, i risultati dipenderanno dalle caratteristiche chimiche dei singoli inquinanti e varieranno in base alla posizione e alla specie. Alla base di tutte queste variabili c'è l'incertezza intrinseca associata alla progressione del cambiamento climatico a livello globale.

Sebbene attualmente sia disponibile una quantità crescente di evidenze circa l'influenza del clima sulla presenza di contaminanti all'interno dell'Artico, i complessi fattori che controllano questi cambiamenti non sono compresi completamente, pertanto la capacità di prevederne i risultati futuri è ancora limitata. Tuttavia, proiettati su larga scala, a livello regionale e a lungo termine, i risultati attuali suggeriscono che le emissioni primarie continuano a essere il fattore dominante che controlla l'esposizione ai POPs nell'Artico. Pertanto, gli sforzi normativi a livello globale sono e saranno essenziali per ridurre gli effetti futuri dei contaminanti nella regione. Allo stesso tempo, ulteriori controlli a livello regionale e nazionale saranno importanti per limitare gli effetti dei CEC attualmente non regolamentati.

Per migliorare la capacità di previsione delle influenze climatiche sull'Artico, è possibile utilizzare modelli che combinano diversi processi ambientali, tuttavia,

l'accuratezza delle loro proiezioni dipende dalla comprensione dei processi e delle interconnessioni degli ecosistemi, nonché dalla disponibilità di dati sulle stime delle emissioni, proprietà fisico-chimiche, livelli ambientali e relazioni trofiche tra le specie. Pertanto, una maggiore disponibilità e accesso ai dati ambientali ed ecologici sarà fondamentale per migliorare le proiezioni future.

### Lacune nelle conoscenze e requisiti per comprendere le influenze climatiche sui contaminanti artici

Sebbene vi siano molte incertezze sull'impatto del cambiamento climatico negli ecosistemi artici, alcune lacune nelle conoscenze limitano in modo particolare la nostra comprensione del destino dei contaminanti nel quadro del cambiamento climatico in corso e si raccomanda quindi che i seguenti elementi siano al centro della ricerca futura:

- Proprietà fisico-chimiche dei contaminanti, in particolare dei CEC.
- Livelli e fonti di emissioni primarie di POPs e CEC.
- Metodi per distinguere tra fonti di contaminanti locali, regionali e remote, incluso il trasporto a lungo raggio.
- Alterazioni indotte dal clima nell'ambiente fisico artico.
- Cambiamenti nei movimenti della fauna selvatica e nella struttura delle reti alimentari artiche.
- Comprensione meccanicistica delle correlazioni tra parametri climatici e livelli di contaminanti nell'ambiente fisico e nel biota.
- Dati sui contaminanti e sui cambiamenti climatici per gli ambienti terrestri e il biota a basso livello trofico.

# RACCOMANDAZIONI

Sulla base dei risultati di questo rapporto AMAP, il gruppo di lavoro AMAP raccomanda le seguenti azioni:

1



## INTEGRARE LA CONOSCENZA DEGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI CONTAMINANTI NEL PROCESSO DI REGOLAMENTAZIONE DEI POPs:

- I gruppi responsabili della valutazione dell'efficacia e del rischio nell'ambito della Convenzione di Stoccolma e della Convenzione ECE dell'ONU sull'aria (Convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio) implementino delle procedure per tenere conto della crescente influenza dei cambiamenti climatici sui livelli di POPs e di alcuni CEC osservati nell'ambiente.

2



## RIBADIRE L'INVITO ALL'AZIONE SU POPs E CEC:

- **Gli Stati membri del Consiglio artico e i firmatari della Convenzione di Stoccolma rafforzino gli sforzi per ridurre le emissioni primarie di POPs e continuino a monitorare i CEC per valutarne l'inserimento nella Convenzione di Stoccolma.** Sulla base dei modelli del clima e delle emissioni, gli effetti previsti delle regolamentazioni globali sulla riduzione delle emissioni rimarranno il fattore determinante dei livelli della maggior parte dei POPs nell'ambiente e nel biota artico nei prossimi decenni celando le possibili influenze dovute al cambiamento climatico.
- **Gli Stati membri e osservatori del Consiglio artico sostengano le iniziative esistenti e prendano in considerazione nuove iniziative nazionali, regionali e globali per la regolamentazione e la gestione dei CEC non coperti dalle disposizioni esistenti e migliorino la comunicazione dei rischi associati alle popolazioni artiche.** Con il riscaldamento dell'Artico, l'aumento dell'attività umana nella regione contribuirà probabilmente alle emissioni locali di inquinanti, comprese le sostanze chimiche di emergente preoccupazione al di fuori del campo di applicazione delle regolamentazioni attuali sugli inquinanti trasportati a lungo raggio. Esempi di legislazione esistente includono il regolamento UE sulle sostanze chimiche (REACH) e il Canadian Environmental Protection Act (CEPA). Lo sviluppo e l'attuazione della legislazione nazionale sono elementi chiave nel quadro globale di una corretta gestione delle sostanze chimiche e dei rifiuti attualmente in fase di discussione in seguito all'Approccio Strategico alla Gestione Internazionale delle Sostanze Chimiche (SAICM).
- **Gli Stati artici prendano in considerazione azioni indipendenti per controllare in modo proattivo le fonti di contaminanti locali,** comprese quelle legate all'aumento delle attività umane, agli eventi meteorologici estremi e al cedimento strutturale delle infrastrutture locali dei rifiuti come conseguenza del disgelo del permafrost.

# 3



## AMPLIARE LA BASE DI CONOSCENZE SUGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI CONTAMINANTI

I governi degli Stati artici e dei Paesi osservatori e le agenzie di finanziamento della ricerca internazionali e nazionali devono:

- **Ampliare gli studi sull'impatto del cambiamento climatico e dei relativi cambiamenti dell'ecosistema sui POPs e sui CEC, tenendo conto del ruolo degli eventi meteorologici estremi sul trasporto a lungo raggio e delle emissioni da fonti di contaminanti secondarie e locali.** Questi studi dovrebbero essere ampliati sia nella portata che nella copertura geografica, per migliorare la base di conoscenze e la comprensione dei processi chiave.
- **Estendere il campo geografico e analitico dei programmi di monitoraggio dei contaminanti a lungo termine, comprese le analisi per includere i CEC e la raccolta di dati biologici, ecologici e climatici/meteorologici secondari.** Le complesse interazioni tra i cambiamenti climatici e i contaminanti richiedono sforzi di monitoraggio ambientale integrati e a lungo termine che tengano conto della diversità degli ecosistemi artici e includano dati ausiliari sui parametri climatici, le condizioni ambientali e le popolazioni della fauna selvatica e consentano un'interpretazione significativa dei risultati.
- **Promuovere la produzione di conoscenze congiunte incoraggiando gli studi basati sulla comunità e promuovendo il rafforzamento delle capacità all'interno delle comunità artiche e i programmi di ricerca scientifica.** Il coinvolgimento della sapienza indigena e della conoscenza locale per interpretare le tendenze dei POPs e i loro collegamenti con il cambiamento climatico, potrebbe integrare gli studi scientifici e faciliterebbe una migliore comprensione dei processi che influenzano il trasporto e il destino di POPs e CEC in condizioni climatiche ed ecosistemi mutevoli.
- **Sviluppare ulteriormente metodi e approcci analitici alle tendenze temporali per considerare e studiare le relazioni con i parametri climatici e applicarli per rianalizzare retrospettivamente le tendenze nelle serie temporali esistenti,** partendo così dalle conoscenze acquisite attraverso gli studi, seppur limitati, in cui tale lavoro è stato fatto finora.
- **Incoraggiare la ricerca interdisciplinare che tenga conto della complessità dei processi fisici, chimici e biologici e i rapidi sviluppi in relazione al cambiamento climatico e alla contaminazione chimica.** Questo approccio integrato potrebbe beneficiare della collaborazione tra discipline, governo, università, popolazioni indigene e comunità locali.



AFFRONTARE  
UN NUOVO  
RISULTATO



MESSAGGIO  
RINFORZANTE



COLMARE I GAP  
DI CONOSCENZA

AMAP, istituito nel 1991 nell'ambito della Strategia di protezione ambientale dell'Artico in otto paesi, monitora e valuta lo stato della regione artica rispetto all'inquinamento e ai cambiamenti climatici. AMAP produce valutazioni di rilevanza politica su base scientifica e prodotti di sensibilizzazione del pubblico per informare i processi decisionali e politici. Dal 1996, AMAP è uno dei sei gruppi di lavoro del Consiglio Artico.

Questo documento è stato preparato dal 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 Assessment 2020: POPs and Chemicals of Emerging Arctic Concern: Influence of Climate Change**, uno dei numerosi rapporti e valutazioni pubblicati da AMAP nel 2021. I lettori sono invitati a leggere questo rapporto e quelli di seguito elencati, per ulteriori approfondimenti sui temi del clima e dell'inquinamento:

- *Valutazione AMAP 2021: Analisi della presenza di Mercurio nell'ambiente artico*
- *Valutazione AMAP 2021: Impatti delle forze del clima di breve durata sul clima artico, sulla qualità dell'aria e sulla salute umana*
- *Valutazione AMAP 2021: Salute umana in Artico*
- *Aggiornamento 2021 sui cambiamenti climatici artici AMAP: tendenze e impatti chiave*



Printed matter  
5041 0562



#### 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

Cover image: Kyra St Pierre, Thernokkest slumps, Turnabout River (Quttinipaq National Park, Nunavut, Canada)

