

GLI ECOSISTEMI TERRESTRI

Cos'è un ecosistema?

Un ecosistema è una porzione di biosfera delimitata naturalmente. Ogni ecosistema è costituito da una comunità detta biocenosi e dell'ambiente fisico circostante detto anche geotopo con il quale si vengono a formare interazioni reciproche in equilibrio dinamico. Un ecosistema è definito come un sistema aperto, con struttura e funzione caratteristica determinata da:

flusso di energia;
circolazione di materia tra componente biotica e abiotica.

Nella quasi totalità degli ecosistemi il flusso di energia deriva dalla radiazione solare che, non è riciclabile ma continuamente elargita dal sole. Attraverso le reti alimentari, la materia inorganica viene poi utilizzata come fonte di energia dagli organismi eterotrofi, entrando così in circolo nell'ecosistema. Una tipica catena parte dalle sostanze chimiche inorganiche presenti nel terreno, nell'aria (anidride carbonica), acqua, e le trasforma per mezzo della fotosintesi clorofilliana in sostanze organiche (erba, piante alberi, alghe); i *consumatori primari* quindi se ne nutrono (erbivori, larve, molluschi) e saranno in seguito il cibo dei *consumatori secondari* (predatori vari, uccelli, pesci); alla loro morte i *decompositori* (batteri, funghi) smonteranno le sostanze organiche in elementi e composti inorganici che concimeranno il terreno ed entreranno di nuovo in ciclo.

ECOSISTEMA FREDDO

Quasi perennemente ricoperto dai ghiacci, in condizioni di temperatura senza pari in tutto il globo, il continente antartico è ugualmente un ecosistema dinamico, in cui i cambiamenti possono essere talvolta molto drastici.

La ricerca ha un valore predittivo, dal momento che consente di stimare le dimensioni di eventi del passato e di elaborare con essi previsioni accurate dei possibili cambiamenti futuri nell'ecosistema antartico in conseguenza del riscaldamento globale.

Il freddo estremo e i lunghi periodi di oscurità hanno sempre limitato la produttività delle alghe microscopiche dell'Antartide. La disponibilità di tali alghe, a sua volta, controlla la catena alimentare dell'intera regione, dagli organismi unicellulari ai predatori come balene e foche, rendendo la vita problematica a molte specie animali.

Ma durante le ere glaciali si verificarono condizioni ancora più difficili: la copertura glaciale della terraferma era molto spessa e permanente, così come la presenza di ghiaccio sulla superficie del mare.

In particolare, sottolineano gli studiosi, pinguini balene e foche divennero fortemente dipendenti per la loro sopravvivenza dalle zone di mare libere dai ghiacci, le cosiddette *polynia*, che esistevano molto più a sud rispetto agli attuali limiti del ghiaccio marino invernale dell'Antartide.

Proprio nelle *polynia* si stabilirono nuove catene alimentari, anche in virtù delle correnti ascendenti di acqua a temperatura relativamente alta.

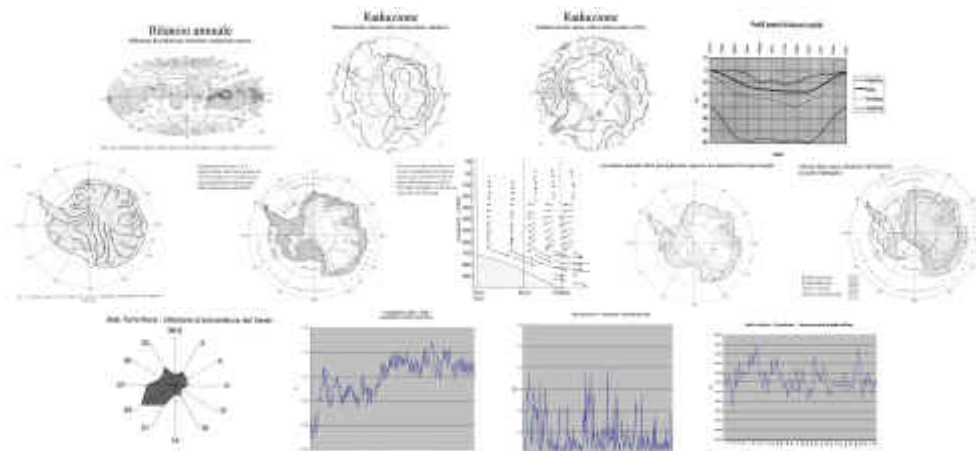
"La scienza comincia solo ora a stimare ciò che successe durante le ere glaciali", ha commentato Thatje. "Questa ricerca sta portando una radicale riconsiderazione di tali periodi del passato. Le specie antartiche sono esempi incredibili di adattamento alle avverse condizioni ambientali: comprendere come si è evoluta la fauna di questa regione anche in funzione delle glaciazioni che si sono succedute nel tempo consentirà di valutare la sensibilità degli ecosistemi all'attuale riscaldamento climatico.

Il deserto freddo

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare l'affermarsi della vita nelle aree deglacciate dell'Antartide non è reso soltanto difficile dalle basse temperature o dall'assenza di luce in inverno, ma soprattutto, dalla mancanza di acqua allo stato liquido. Nonostante i ghiacci dell'Antartide costituiscano la principale riserva d'acqua dolce del pianeta, le precipitazioni nevose e l'umidità relativa dell'atmosfera sono molto scarse e questa si trova difficilmente allo stato liquido.

In estate, però, l'acqua può formarsi in particolari microambienti o lungo le coste. In queste zone la temperatura del suolo può superare i 20°C e lo scioglimento della neve può determinare la formazione di piccoli corsi d'acqua, pozze e laghetti. Le comunità biotiche negli ecosistemi terrestri antartici comprendono poche specie di organismi autotrofici (alghe, muschi e licheni) funghi ed alcuni invertebrati eterotrofi. Quindi gli studi condotti in ecosistemi così semplici sono utili per poter comprendere il funzionamento ed elaborare dei modelli per sistemi più complessi. Questi ecosistemi sono estremamente fragili e, mentre su scala locale è indispensabile valutare l'impatto determinato dalla presenza dell'uomo, su quella globale è necessario studiare i possibili effetti determinati dall'incremento della temperatura e della radiazione ultravioletta.

In un ambiente estremo come quello antartico gli organismi hanno messo a punto adattamenti morfologici e fisiologici per prevenire la perdita di acqua, accumulare nei tessuti sostanze anticongelanti (es: acidi licheni, carboidrati, glicerina che impediscono la formazione di cristalli di ghiaccio) e molte specie trascorrono lunghi periodi di tempo in una forma di vita latente, caratterizzati dalla quasi totale assenza d'acqua. Tuttavia il successo biologico della popolazione non può essere assicurato dalla semplice sopravvivenza. Quindi, gli organismi hanno adottato anche particolari strategie di accrescimento limitatamente ai periodi in cui è disponibile l'acqua, e molti si riproducono per via vegetativa per poter mantenere la popolazione e colonizzare nuovi siti.



INTRODUZIONE

L'Antartide ha il clima più freddo e più secco della terra. La causa del grande freddo caratteristico delle regioni polari è intimamente connessa alla loro posizione geografica; infatti sia la regione artica che antartica, ricevono soltanto una piccola quantità di radiazione solare diretta, a causa della bassa incidenza con cui tale radiazione colpisce la terra alle latitudini polari. In realtà, la regione antartica riceve più radiazione di quella artica a causa dell'eccentricità dell'orbita terrestre intorno al sole. Durante il periodo estivo, le regioni polari ricevono circa il 30% dell'energia ricevuta all'equatore, mentre durante il periodo invernale, esse non ricevono nessuna radiazione, per cui in definitiva, ciascun polo riceve annualmente circa il 15% dell'energia che riceve l'equatore.

La regione antartica e' comunque molto più fredda di quella artica, a causa della differente distribuzione fra terre emerse e mari che c'e' fra l'emisfero australe e l'emisfero boreale; infatti il bacino Artico e' un'area oceanica quasi completamente circoscritta da masse continentali, in cui l'oceano si comporta come fonte di calore per le aree continentali circostanti, mentre all'opposto, l'Antartide e' un continente circondato dall' oceano Meridionale. In inverno l'area di ghiaccio marino che circonda l'Antartide (17-20 milioni di Km²) è più estesa del continente stesso (14 milioni di Km²) .Un' altra delle cause che contribuiscono a mantenere freddo il continente e' l' elevazione media della calotta di ghiaccio che raggiunge i 2000 m.

A queste quote, gran parte della radiazione ricevuta in estate viene irradiata. In inverno, nessuna radiazione e' ricevuta e l'area perde ulteriormente gran parte del proprio calore. Il risultato della perdita di calore e' un forte raffreddamento della superficie, sicché le temperature al suolo sono molto più basse che quelle dell'atmosfera. L'effetto principale di questo freddo estremo, che e' anche la principale caratteristica del clima, e' che l'acqua presente nel continente, e' perennemente " imprigionata " sottoforma di ghiaccio. Nell'atmosfera questo determina un basso tasso di umidità e scarse precipitazioni, mentre nel suolo l'acqua e' presente quasi esclusivamente nella sua fase solida e, solo per brevi periodi in estate , in forma liquida. Benché quindi l'Antartide possiede circa il 90% delle riserve di acqua dolce di tutta la terra, sotto forma di ghiaccio, il clima antartico e' uno dei climi più aridi del pianeta.

1. ELEMENTI CLIMATICI

1.1 Temperatura

La parte più calda del continente e' la Penisola Antartica e le isole adiacenti in cui la temperatura media annua può essere solo di poco più bassa di -5 gradi C. Più a sud e intorno la costa Antartica, le temperature medie variano fra circa -10 e -20, ma già' a breve distanza dalla costa, esse tendono rapidamente intorno a -40. Gran parte del Plateau centrale ha una temperatura media inferiore ai -50, e la più bassa temperatura finora registrata e' stata di -88 °C rilevata alla stazione di Vostok nel cuore dell'Antartide orientale; in generale, quest'area presenta delle temperature medie più basse rispetto a quelle della parte occidentale. L'intervallo di temperature massime estive varia dai pochi gradi sotto zero per le regioni costiere ai - 30 per le stazioni all'interno come Sout Pole o Vostok. Tutte le stazioni sono caratterizzate da un breve periodo estivo in cui vengono osservate le temperature massime, seguito da un lungo periodo invernale caratterizzato da temperature basse e fluttuanti. Per brevi periodi le temperature possono salire ben al di sopra delle medie mensili, specialmente nelle stazioni costiere. Le maggiori differenze fra le varie stazioni sono, soprattutto, in relazione alle differenze fra il clima marittimo e continentale.

1.2 Vento

L'origine dei venti in Antartide e' fortemente influenzata dalle masse fredde di ghiaccio alle alte quote. La perdita di calore per irraggiamento produce uno strato superficiale di aria molto fredda, che scorre in modo strettamente condizionato dalla superficie topografica del ghiaccio. Questi venti di caduta o catabatici, sono generalmente i più importanti e caratteristici dell'Antartide. Essi possono diventare particolarmente forti lungo il pendio ed ai piedi del pendio che dal plateau centrale porta alle zone costiere. Essi sono la causa delle condizioni quasi costanti di vento forte e tormento di neve (blizzard) registrate in molte stazioni costiere in Antartide. Nelle regioni più interne del continente , questi venti sono solitamente meno forti, ma spesso essi si dispongono dalla stessa direzione , dando origine alle caratteristiche configurazioni a duna della superficie nevosa (sastrugi).. Il flusso di aria uscente nei bassi strati, causato dai venti catabatici, e' bilanciato dalla massa d'aria entrante negli strati alti della troposfera, proveniente da regioni ancora più a nord, che trasporta sufficiente calore da compensare in parte la perdita per irraggiamento ed a mantenere in equilibrio le basse temperature caratteristiche dell'Antartide. La circolazione in quota gioca un ruolo fondamentale, sia per quanto riguarda la quantità delle precipitazioni, che per la loro composizione chimico-fisica. Intorno ai margini costieri, l'influenza dei venti catabatici viene attenuata a causa dell'aumento dell'influenza dei cicloni che si muovono da ovest verso est.

Sia la Penisola Antartica, che si protende in seno a questa circolazione, che le altre regioni costiere sono particolarmente interessate da queste perturbazioni. In queste situazioni, anche dei venti deboli possono apportare quantità considerevoli di aria relativamente calda e umida dal mare e di conseguenza maggiori quantità di precipitazioni.

1.3 Precipitazione

L'acqua del ghiaccio antartico rappresenta circa il 2% di quello contenuto dagli oceani della terra. Visto che la calotta glaciale è in equilibrio, nel senso che non avanza né regredisce, ne deriva che la quantità di acqua ricevuta sotto forma di precipitazioni deve bilanciare quella persa nello scioglimento.

Le stime di precipitazione sono difficili da fare in quanto il vento muove la neve continuamente attraverso la superficie del continente, ed in modo particolare sull'Antartide occidentale. Qualsiasi ostacolo presente sulla superficie, blocca la neve trascinata dal vento e viene sepolto, creando quindi un accumulo, mentre le superfici già lisce vengono continuamente ripulite da qualsiasi tipo di precipitazione. In ogni caso, gli accumuli sono stati stimati utilizzando vari metodi quali ad esempio le sezioni stratigrafiche, differenze nel rapporto isotopico dell'ossigeno nella neve accumulata e il decadimento negli strati nevosi degli isotopi radioattivi presenti nell'atmosfera sia naturalmente che come risultato dei test atomici. Si rileva che la precipitazione è < di 5 gr/cm²/anno su gran parte del plateau dell'Antartide orientale, e la maggior parte del continente riceve tra 5 e 20 gr/cm²/anno. Sulle coste l'andamento delle precipitazioni è variabile, alcune località ricevono oltre 60 gr/cm²/anno, mentre altre aree isolate ricevono scarse quantità di precipitazioni. La precipitazione media totale per l'intero continente ammonta a circa 15 gr/cm²/anno. La caratteristica più importante da rilevare, è il fatto che la distribuzione delle precipitazioni su gran parte dell'Antartide orientale, rispecchia quella di regioni estremamente aride del pianeta quali il Sahara e il deserto del Gobi. Di fatto, la maggior parte dell'Antartide è tecnicamente un deserto. La natura arida del continente viene ulteriormente enfatizzata dal freddo estremo e, nonostante la grande quantità di acqua presente, essa rimane perennemente ghiacciata, e quindi di fatto, mai disponibile in forma liquida. L'aridità della parte centrale dell'Antartide è una conseguenza della circolazione atmosferica. Secondo Weyant (1966) gran parte dell'acqua atmosferica precipitata sull'Antartide, ha origine nelle acque libere dell'emisfero australe. Il maggior afflusso d'acqua si verifica durante l'inverno e, la maggior parte di essa viene trasportata nell'alta troposfera. La zona del Plateau più interno, che comprende gran parte dell'Antartide orientale, e presenta precipitazioni inferiori ai 10 gr/cm²/anno, raramente è interessato da copertura nuvolosa, riceve una elevata insolazione ed è caratterizzata da venti di debole intensità. Di conseguenza, la maggior parte delle precipitazioni che interessano questa regione, provengono direttamente dai livelli più alti della troposfera, ed hanno origine nei mari remoti sia delle regioni temperate che tropicali. La maggior parte dell'umidità presente nella massa d'aria, è stata acquistata prima che essa giunga in Antartide e questo in parte spiega il basso apporto di precipitazioni.

2. REGIONI CLIMATICHE

A seconda delle caratteristiche climatologiche predominanti, il continente antartico può essere diviso in un numero ben definito di regioni climatiche. Weyant (1966) ha individuato 3 zone: il Plateau Antartico, la zona di pendio e la fascia costiera, mentre Holdgate (1970, 1977) ha aggiunto una quarta zona, la zona marittima, che comprende la costa occidentale della penisola Antartica e le isole vicine.

2.1 Il plateau antartico

Questa regione è caratterizzata da un regime di venti deboli, scarse precipitazioni nevose e temperature estremamente basse, mentre il cielo è prevalentemente sereno e, di conseguenza la regione riceve più radiazione solare del resto dell'Antartide. Al Polo Sud, la temperatura varia tra i -10 in estate e i -80 in inverno, ma le più basse temperature sono state registrate a Vostok.

La quantità di precipitazione oscilla tra 0 e 45 mm. Darlymple (1966) ha suddiviso questa regione in 4 zone, in base alle temperature medie annuali, la velocità del vento, ed il fattore windchill, che combina insieme i primi due parametri. Il nucleo centrale, che occupa la parte più interna dell'Antartide orientale, presenta il più alto fattore windchill e le più basse velocità del vento e precipitazioni. Le altre zone occupano delle aree concentriche intorno al nucleo, ad eccezione della zona fredda di transizione che è troppo piccola per essere mostrata sulla mappa dell'Antartide orientale, ed occupa anche la parte centrale dell'Antartide occidentale. Quest'ultimo ha generalmente un'elevazione media inferiore dell'Antartide orientale ed è più direttamente influenzato dalle perturbazioni circumpolari. Come conseguenza, i venti sono più forti, il blowing snow (scaccianeve) è molto più comune e le precipitazioni sono comunque maggiori.

2.2 La zona di pendio

Il clima della zona di pendio è generalmente rigido, caratterizzato da forti venti catabatici, spesso rafforzati dall'attività ciclonica, e frequenti forti bufere di neve. Le misure di nuvolosità, precipitazioni e temperatura sono intermedie fra quelle della zona interna e quelle delle coste adiacenti. Questa zona corrisponde in parte alla zona fredda catabatica e forma un bordo limitato intorno al perimetro più esterno dell'Antartide orientale, dove i pendii sono più ripidi.

2.3 La fascia costiera

La fascia costiera dell'Antartide orientale, inclusa la banchisa, riceve maggiori quantità di umidità, rispetto alle zone del Plateau centrale. Questa umidità, proveniente dagli oceani che circondano l'Antartide, viene trasportata dalle masse d'aria che si muovono nei livelli più bassi dell'atmosfera. Il clima della fascia esterna dell'Antartide dipende in larga misura dalla topografia. Queste aree sono caratterizzate da venti catabatici molto forti che provengono dal Plateau centrale e possono diventare estremamente violenti laddove si incanalano a causa della topografia. Quando i venti sono forti, c'è un considerevole trasporto di neve in sospensione (scaccia neve) e, nessuna o scarsa precipitazione diretta, per cui la neve che viene soffiata direttamente dal Plateau centrale, ne mantiene le caratteristiche chimico-fisiche. Le zone più esterne del continente, sono comunque anche interessate dall'attività ciclonica che interessa la zona più meridionale dell'oceano Antartico; i venti che provengono dal mare possono portare precipitazioni che hanno un'origine locale. Quando i venti catabatici si attenuano o cessano del tutto, le masse d'aria marittima possono muoversi verso l'interno del continente, spesso portando nuvolosità e precipitazioni abbondanti. Questo è particolarmente caratteristico delle regioni dell'Ice Shelf, dove la circolazione di vento catabatico può essere deviata dalla presenza di montagne o ostacoli simili. La fascia costiera, essendo a quote e latitudini più basse, è relativamente più calda delle regioni interne. Le temperature sono inoltre mitigate dalla vicinanza del mare. Le perturbazioni si muovono da ovest verso est nell'area dell'oceano meridionale, portano abbondanti precipitazioni e favoriscono i forti venti osservati in queste aree. La mappa dei percorsi delle perturbazioni, mostra una forte tendenza delle perturbazioni, a muoversi lungo la costa dell'Antartide orientale, per poi retrocedere con una traiettoria curva in corrispondenza sia del Mare di Ross che dell'Antartide occidentale.

2.4 La regione marittima

Il clima della regione marittima della penisola Antartica, a causa della posizione più settentrionale della penisola, è dominato da perturbazioni circumpolari, che si muovono intorno al continente, piuttosto che dal flusso di correnti fredde provenienti dal Plateau centrale. La radiazione solare ricevuta è maggiore in quanto maggiori sono le ore di insolazione, mentre le temperature sono più elevate a causa della vicinanza del mare. Conseguentemente le temperature minime invernali non sono così basse come nel resto del continente. Precipitazioni nevose sono più frequenti ed abbondanti che altrove, e qualche volta le temperature diventano sufficientemente elevate da permettere precipitazioni piovose. Le temperature, nel periodo estivo, frequentemente superano lo zero termico.

3. IL CLIMA A BAIJA TERRA NOVA

3.1 Inquadramento geografico

La base italiana in Antartide è ubicata nella Baia Terra Nova (Mare di Ross, Terra Vittoria), precisamente lungo la costa delle Northern Foothills, a Nord-Est del Gerlache Inlet.

Le coordinate geografiche sono le seguenti:

Lat.: 74° 41' 42" Sud

Long.: 164° 07' 23" Est.

Da un punto di vista climatologico, l'area di Terra Nova si inquadra in quella che sopra abbiamo definito "Fascia Costiera", e gli elementi che rivestono grande importanza sono fondamentalmente i seguenti:

- i ghiacciai del Prestley e del Reeves rispettivamente a Nord-Ovest e a Sud-Ovest della base, in quanto rappresentano i canali preferenziali dei forti flussi catabatici che talvolta spazzano la base con raffiche fino a 170 Km orari;
- le Northern Foothills, in quanto estendendosi lungo un asse Nord-Sud, esercitano un'azione di barriera ai flussi occidentali predominanti;
- l'estrema vicinanza del mare lungo tutta la costa a Est.

3.3 Temperatura

Il profilo delle temperature medie mensili, mostra un massimo in corrispondenza dei mesi di Dicembre-Gennaio, in cui le temperature si avvicinano allo 0°C, pur restando negative. Una caduta repentina delle temperature si ha tra Febbraio e Marzo, mesi in cui le temperature passano da -5 °C a circa -18°C. Continuano poi a scendere, ma in maniera meno ripida, fino ad Agosto - Settembre, mesi in cui si registrano le temperature più basse di tutto l'anno, arrivando a raggiungere i -25°C di media, con punte estreme intorno ai -40°C. Da settembre, poi, le temperature riprendono a crescere in modo regolare fino Dicembre.

3.3 Vento

I venti predominanti sono quelli sud-occidentali, e nella maggioranza dei casi le direzioni risultano comprese tra i 210 e i 270 gradi. Rari sono invece i venti provenienti da Sud-Est.

L'ATMOSFERA IN ANTARTIDE

Concavità dell'orizzonte

Una particolarità che gli escursionisti sono soliti sottolineare dopo un viaggio in Antartide è la concavità dell'orizzonte: alle medie latitudini si è soliti vedere tutto piatto, mentre sulla calotta polare le nuvole, ad esempio, sembrano salire all'orizzonte dal basso. La trasparenza e la purezza dell'aria e la mancanza di punti di riferimento rendono poi difficile la stima delle distanze e delle dimensioni, per cui lo sguardo si spinge molto al di là del solito e ciò che sembra vicino è in realtà distante decine e decine di chilometri.

Fenomeni ottici

Le " aurore astrali " o " luci del sud " sono forse il fenomeno più straordinario. Simili alle aurore boreali dell'estremo nord, sono infatti delle manifestazioni luminose in aria rarefatta e ionizzata , osservabili sotto forma di raggi multicolori. Questi si formano esattamente nella ionosfera e si manifestano ad altezze di centinaia di metri, anche se fenomeni simili possono verificarsi anche ad altezze intorno ai 1000 metri.

Suggestivi sono anche gli " halo ", anelli luminosi intorno al sole (paraelio) o alla luna (paraselene), i quali danno l'illusione di vedere contemporaneamente tre soli e tre lune sulla stessa linea. Si osserva più spesso quando gli astri sono vicini all'orizzonte e l'immagine vera è quella al centro. Sono dovuti ad effetti particolari di rifrazione della luce, per la presenza di particelle di ghiaccio sospese nell'atmosfera.

Assolutamente unico è il fenomeno del "white-out", la cui origine è tutt'ora sconosciuta. Provoca una temporanea incapacità di percepire la profondità nello spazio, in assenza completa d'ombre. Tutto appare indefinito e chiaro e gli oggetti scuri sono visibili ma non se ne riesce ad apprezzare la distanza.

Piuttosto frequente è anche un fenomeno appellato con il nome di "fata morgana", che consiste in un vero e proprio miraggio, per cui si ha l'impressione di vedere sospesi nell'aria elementi presenti sul territorio.

Buco nell'ozono sulla calotta del polo sud

Il processo di formazione della fascia di ozono stratosferico è caratterizzato dalla presenza di una sorgente costituita dalla fotolisi dell'ossigeno molecolare da parte della radiazione UV solare, e da processi di rimozione dell'ozono dominati da cicli catalitici



Per quanto i cicli catalitici siano un processo naturale, data la loro estrema efficienza, possono essere alterati tramite l'immissione di quantità anche relativamente basse di sostanze contenenti catalizzatori. L'esempio più noto è costituito dai clorofluorocarburi (CFC) e analoghi composti di Cl e Br. L'effetto di tali alterazioni di origine umana è particolarmente evidente nella regione antartica.

Qui, la simmetria della distribuzione di terra e mare, fa sì che si instauri una circolazione a vortice che tende a isolare masse d'aria fredda. All'interno del nucleo del vortice polare, e basse temperature facilitano la formazione di nubi polari stratosferiche, all'interno delle quali avvengono reazioni chimiche che liberano cloro molecolare. Quest'ultimo per effetto della radiazione solare si decompone rilasciando cloro attivo. Il cloro attivo, quindi, attraverso il ciclo catalitico precedentemente citato, rimuove ozono dalla stratosfera, processo che è ulteriormente amplificato dall'isolamento delle masse d'aria polari dovuto alla presenza del vortice.