



27.10.2022

Scie di condensazione

1. Formazione e caratteristiche

Le scie di condensazione sono nuvole artificiali che possono formarsi al passaggio degli aerei. Sono composte principalmente da acqua sotto forma di cristalli di ghiaccio. La combinazione di fattori quali un'umidità elevata e temperature basse alla quota di crociera genera queste scie di condensazione. Per la loro formazione sono determinanti soprattutto i seguenti sei fattori:

- l'umidità dell'aria, ossia la quantità di vapore acqueo¹ presente a una determinata quota di crociera;
- la temperatura dell'aria a una determinata quota di crociera;
- la quantità di acqua che fuoriesce dal motore;
- la quantità di particelle di fuliggine emesse dal motore e di particelle naturalmente presenti nell'aria a una determinata quota di crociera;
- la temperatura dei gas di scarico, ovvero il grado di efficienza del motore;
- la pressione atmosferica.

Questi sei fattori, in particolare il rapporto tra temperatura e umidità dell'aria, possono determinare i seguenti fenomeni:

- nessuna scia di condensazione;
- scie molto sottili che scompaiono quasi immediatamente dietro il motore;
- scie sottili che persistono per diverse ore;
- scie sottili che si dilatano con il passare del tempo;
- scie che si espandono sfumandosi, assumendo la forma di una coltre lattiginosa.

Dai motori degli aerei fuoriesce solo una piccola quantità di acqua che forma le scie di condensazione. Le scie di condensazione che si espandono sono composte in primo luogo da acqua già presente sotto forma di gas nell'atmosfera, condensata al passaggio dell'aereo. È impossibile distinguere le scie di condensazione che si espandono dalle nuvole che si formano ad una certa altezza a contatto con l'aria umida, le quali non hanno nulla a che fare con il passaggio degli aerei.

2. Durata

Se l'atmosfera circostante ha una bassa umidità e non è troppo fredda, le scie di condensazione durano solo poco tempo: le nuove particelle di ghiaccio che si formano evaporano molto in fretta e le scie di condensazione svaniscono rapidamente dietro l'aereo. Tuttavia, se l'atmosfera è molto umida e fredda, le scie di condensazione sono visibili per un lungo periodo: i cristalli di ghiaccio che si formano al passaggio dell'aereo crescono assorbendo il vapore acqueo circostante. In tali circostanze le scie di condensazione possono rimanere visibili nel cielo per diverse ore ed espandersi per svariati chilometri, con una

¹ Nel quotidiano si parla spesso di vapore acqueo quando vengono prodotte goccioline di vapore, ad esempio dall'acqua che bolle in una pentola. In fisica, invece, il termine definisce l'acqua allo *stato gassoso*, non visibile per l'uomo.

larghezza di alcune centinaia di metri. Venti forti in quota e turbolenze possono favorirne l'espansione (cfr. fig. 1).



Fig. 1 Volo sopra il sud-ovest dell'Inghilterra, 1° novembre 2010, quota di crociera ca. 8 km. Scie di condensazione si trasformano in cirri (sullo sfondo) © UFAC

3. Forme speciali

A una quota di crociera compresa tra 8 e 12 chilometri spesso l'umidità e la temperatura dell'atmosfera favoriscono la formazione di scie di condensazione. Si tratta di quote di crociera utilizzate intensamente dagli aerei che volano secondo le regole del volo strumentale. Il servizio di sicurezza della navigazione aerea dirige i velivoli sulle aerovie, tenendoli separati verticalmente l'uno dall'altro. Per questo motivo si creano delle forme che da terra appaiono come scie regolari.

La formazione di scie di condensazione dietro ai motori dipende dai fattori summenzionati. La temperatura, l'umidità e la pressione variano in ogni strato dell'atmosfera. È possibile che di due aerei in volo a una quota analoga solo uno generi scie di condensazione, se le due posizioni presentano un grado di umidità dell'aria leggermente diverso. Persino due aerei che volano alla stessa quota e con uguali condizioni atmosferiche non creano necessariamente scie di condensazione identiche. Il motivo è da ricercare nelle diverse temperature dei gas di scarico, nella differente miscela dell'aria dietro ai motori e nella quantità di acqua e di particelle di fuliggine emesse dal motore, che cambia in funzione di quest'ultimo. I motori moderni generano più spesso scie di condensazione rispetto a quelli dei velivoli di vecchia costruzione: i primi, infatti, rilasciano gas di scarico con temperature più basse a causa del minore consumo di carburante, il che provoca più frequentemente la condensazione del vapore acqueo.

Le scie di condensazione si formano anche in parti dell'aereo dove non c'è il motore. Nelle parti più curve del velivolo (ad esempio sui rivestimenti degli alettoni) il flusso dell'aria si

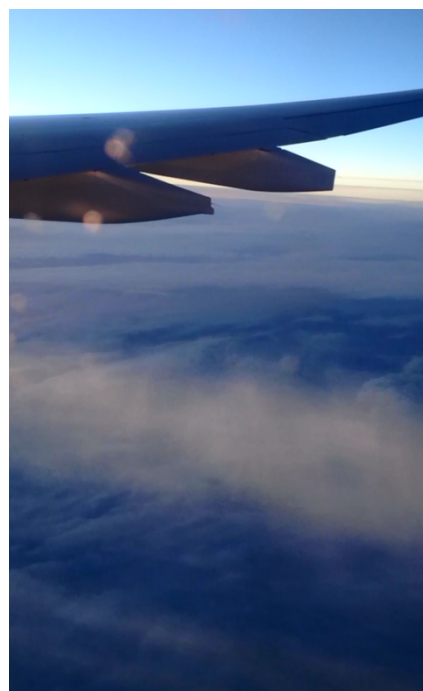


Fig. 2 Volo sopra la catena del Giura, 20 marzo 2014, quota di crociera ca. 11 km. Seconda scia di condensazione tra la fusoliera e le ali © UFAC

accelera, fenomeno che causa una diminuzione della pressione e l'espansione dell'aria. L'espansione riduce la temperatura dell'aria; in presenza di sufficiente vapore acqueo quest'ultimo si condensa, generando una scia di condensazione. I passeggeri di un aereo possono osservare questo fenomeno ad esempio all'altezza delle ali (fig. 2).

4. Impatto sul clima

Secondo le conoscenze attuali i cirri che si formano a seguito del passaggio degli aerei hanno un impatto sul clima in generale. L'industria aeronautica cerca di ridurre tale effetto. Attualmente sono in corso programmi di ricerca volti a individuare le possibilità di adeguare in tempi brevi la quota di crociera in funzione della situazione meteorologica, senza aumentare le emissioni di CO₂, nocive per il clima. Studi effettuati dal centro di ricerca tedesco *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* hanno dimostrato che adeguando la quota di crociera di poche centinaia di metri è possibile impedire la formazione di cirri. Tale adeguamento renderebbe tuttavia più difficile rispettare le distanze minime tra gli aerei. Inoltre, il fatto di non volare a una quota di crociera ottimale fa aumentare il consumo di carburante. Per questi motivi al momento si rinuncia a una simile possibilità.

Negli ultimi anni l'Ufficio federale dell'aviazione civile (UFAC) si è adoperato intensamente a favore dello sviluppo di uno standard globale per le polveri fini dei reattori che permettesse di ridurre complessivamente la quantità di questi inquinanti prodotti dal traffico aereo. Dal 1° gennaio 2020 tutti i motori di grandi dimensioni in fase di produzione vengono certificati secondo questo nuovo standard. I «sustainable aviation fuel» (SAF), carburanti per l'aviazione ricavati ad esempio da rifiuti biogeni o direttamente in modo sintetico e il più possibile neutro in termini di emissioni di CO₂, riducono le emissioni di polveri fini prodotte dall'aviazione anche grazie alla loro migliore composizione chimica. La riduzione delle polveri fini contribuisce a diminuire l'impatto climatico delle scie di condensazione, senza fare aumentare le emissioni di CO₂.

La risposta all'intervento parlamentare presentato nel 2007 dal consigliere nazionale Luc Recordon offre una visione d'insieme delle emissioni prodotte dall'aviazione:

<https://www.parlament.ch/it/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20073387>.

5. La teoria del complotto sulle scie chimiche

Numerosi siti Internet diffondono svariate informazioni circa missioni aeree mirate volte a nebulizzare agenti chimici. Secondo teorie del complotto le cosiddette scie chimiche (ingl. chemtrail) sono servite a manipolare il clima, a ridurre in modo mirato la popolazione o a perseguire obiettivi militari.

La teoria del complotto sulle scie chimiche è, tra l'altro, in relazione con il brevetto americano «Stratospheric Welsbach seeding for reduction of global warming», in cui si descrive come sia possibile raffreddare il clima attraverso lo spargimento di agenti chimici. Nel 2001 il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici dell'ONU (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) ha fatto riferimento a questo metodo come a una possibilità teorica per contrastare il riscaldamento climatico. I fautori della teoria del complotto sulle scie chimiche hanno considerato simili dichiarazioni come la prova del fatto che fossero state eseguite operazioni mirate per nebulizzare agenti chimici. Sono addirittura giunti a sostenere che non si fosse voluto in primo luogo contrastare il riscaldamento climatico, bensì piuttosto sottomettere o addirittura avvelenare la popolazione attraverso l'uso di agenti chimici.

Simili affermazioni sono prive di fondamento:

- La formazione di scie di condensazione dalle caratteristiche più svariate è un fenomeno naturale generato dal passaggio degli aerei. Lo si osserva sin dai primordi dell'aviazione, ad esempio già durante la Seconda Guerra mondiale con i bombardieri in volo ad alta quota. La maggiore efficienza propulsiva dei motori moderni e l'aumento del numero dei grandi aerei favoriscono la formazione di scie di condensazione.

- L'ingente volume delle nuvole estese generate dalle di scie di condensazione è da ricondurre al vapore acqueo presente nell'atmosfera. Un aereo non sarebbe in grado di trasportare agenti chimici sufficienti per creare un tale volume di nuvole visibili.
- Gli aerei impiegati per compiere queste ipotetiche missioni di nebulizzazione dovrebbero essere sottoposti a procedure di certificazione molto complesse sotto il profilo tecnico, che verrebbero controllate scrupolosamente dalle autorità di vigilanza preposte. All'UFAC non sono tuttavia noti interventi di trasformazione di questo genere sugli aeromobili.
- I motori e i sistemi di alimentazione sono costruiti e certificati per un tipo di carburante specifico. All'UFAC non sono note certificazioni dei motori per l'aggiunta di alluminio o di sostanze analoghe. Inoltre, in Svizzera negli ultimi anni sono stati analizzati sistematicamente, nel quadro di test sui motori, campioni di carburante di diversi fornitori. Come nel caso di tutti gli altri carburanti e oli derivati dal petrolio, si possono trovare tracce di alluminio e di bario, poiché si tratta di componenti naturali di questa materia prima. Si può assolutamente escludere l'ipotesi di un'aggiunta attiva di alluminio e bario al carburante.
- In Svizzera la quota di alluminio presente nelle polveri fini è inferiore allo 0,5 per cento, quella di bario allo 0,05 per cento e quella di stronzio allo 0,01 per cento. Tali elementi sono presenti anche nel suolo, pertanto dopo un sollevamento in aria di polvere è possibile, con gli attuali metodi di analisi sofisticati, tracciarli anche nell'aria o nell'acqua piovana. Gran parte dell'alluminio misurato nell'aria è quindi polvere minerale naturale, considerato che l'alluminio è il terzo elemento più diffuso nella crosta terrestre. Circa un quarto è da ricondurre al traffico stradale. Dagli anni Novanta le concentrazioni di alluminio e di bario rilevate in Svizzera sono rimaste praticamente invariate. Si tratta di valori di circa 50 volte inferiori ai limiti massimi fissati per la tutela della salute umana. In Svizzera, pertanto, la presenza nell'aria delle sostanze summenzionate non mette a rischio la salute della popolazione.
- Il trattamento delle nuvole con i razzi antigrandine ha lo scopo di far unire i cristalli di ghiaccio per farli cadere rapidamente dalle nuvole, in modo che si sciolgano e raggiungano il suolo sotto forma di pioggia invece che di grandine. Questa procedura può essere considerata una piccola manipolazione meteorologica, ma non ha nulla a che vedere con il fenomeno delle scie chimiche.
- Spargere sistematicamente e in segreto agenti chimici nell'atmosfera è praticamente impossibile, visto che lo spazio aereo è controllato costantemente. Tutti gli aerei che volano nello spazio aereo europeo devono rispettare un piano di volo preciso, controllato dai servizi della sicurezza aerea. In Svizzera lo spazio aereo controllato si estende fino a una quota di circa 20 chilometri. Un volo non autorizzato e non identificabile farebbe scattare una missione d'intercettazione da parte delle forze aeree svizzere.
- In Svizzera i servizi preposti al controllo dello spazio aereo, alla tutela della salute e dell'ambiente interverrebbero immediatamente nel caso di operazioni sospette.
- In passato gli interventi mirati sul sistema climatico effettuati su larga scala per evitare o quanto meno ridurre il riscaldamento globale indotto dall'uomo sono stati indicati con termini quali geingegneria, ingegneria climatica o espressioni simili. Tuttavia i differenti approcci – tecnologie a emissioni negative (NET) e riduzione della radiazione solare (SRM) – sono profondamente diversi tra loro, motivo per cui simili termini generici sono fuorvianti (cfr. [pagina Internet dell'UFAM sulle NET](#) e [la scheda informativa dell'UFAM sulle NET](#)).
- Le NET (conosciute anche come Carbon Dioxide Removal; CDR) sottraggono permanentemente il gas serra anidride carbonica (CO₂) all'atmosfera terrestre. Intervengono nel ciclo del carbonio della Terra e contrastano direttamente la causa principale dei cambiamenti climatic. La SRM, invece, mira a diminuire la quantità di radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre, limitando così il riscaldamento

globale. La SRM affronta quindi solo il sintomo del riscaldamento climatico e non la causa, ossia l'aumento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera.

- Uno dei possibili metodi applicabili con la SRM consiste nell'introduzione di particelle (aerosol) negli strati alti dell'atmosfera, dove rimangono per diversi anni. La ricerca sulla SRM è già in corso, anche sui pericoli dei diversi approcci. Simili interventi non verrebbero approvati in Svizzera, essendo, tra l'altro, contrari alla legge sulla protezione dell'ambiente. Anche a livello internazionale vi sono grandi preoccupazioni sull'uso della SRM; la Convenzione sulla diversità biologica dell'ONU ha convenuto una moratoria de facto e la Svizzera si adopera a favore di un rafforzamento a livello internazionale dei controlli sulla SRM.