



30.11.2016

---

# 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 cinque fattori:

- l'umidità dell'aria, ossia la quantità di vapore acqueo<sup>1</sup> presente a una determinata quota di crociera;
- la temperatura a una determinata quota di crociera;
- la quantità di acqua che fuoriesce dai motori;
- la temperatura dei gas di scarico, ovvero il grado di efficienza dei motori;
- la pressione atmosferica.

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

- nessuna scia di condensazione;
- una scia molto sottile che scompare quasi immediatamente dietro i motori;
- una scia sottile che persiste per diverse ore;
- una scia sottile che si dilata con il passare del tempo;
- una scia che si allarga 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 dilatano sono composte in primo luogo da acqua già presente sotto forma di gas nell'atmosfera, condensata al passaggio dell'aereo. È quasi impossibile distinguere le scie di condensazione che si allargano 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. Intensità

Quanto minori sono l'umidità e la temperatura a una determinata quota di crociera, tanto meno intense sono le scie di condensazione. 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'aria 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 per diverse ore e allungarsi per svariati chilometri, con una larghezza di alcune centinaia di metri. Forti venti in altitudine e turbolenze possono favorirne l'espansione (vedi fig. 1).

---

<sup>1</sup> Nel quotidiano spesso si parla di vapore acqueo quando vengono prodotte piccole gocce 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.



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 controllo della circolazione aerea segue i velivoli nelle aerovie e li separa verticalmente l'uno dall'altro. Per questo motivo si creano delle strutture percepibili dal suolo 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 che volano a una quota analoga solo uno generi una scia di condensazione se le due posizioni non presentano lo stesso grado di umidità dell'aria. Persino due aerei dello stesso tipo, a parità di quota e di condizioni atmosferiche, non necessariamente creano scie di condensazione identiche. Il motivo è da ricercare nelle diverse temperature dei gas di scarico, nella miscela dell'aria dietro ai motori e nella quantità di acqua che ne fuoriesce. Motori moderni generano più spesso scie di condensazione rispetto ai velivoli di vecchia costruzione. Essi producono gas di scarico a temperature più basse a causa del minore consumo di carburante.

Le scie di condensazione si formano anche in parti dell'aereo senza motore. Nelle parti più curve (ad esempio sui rivestimenti degli alettoni) il flusso dell'aria si accelera, fenomeno che causa una diminuzione della pressione e l'espansione dell'aria. L'espansione riduce la temperatura dell'aria, motivo per cui in presenza di molto vapore acqueo il relativo raffreddamento ne favorisce la condensazione, generando una scia visibile. Si tratta di un fenomeno che si può osservare dal finestrino dell'aereo, guardando le ali (fig. 2).

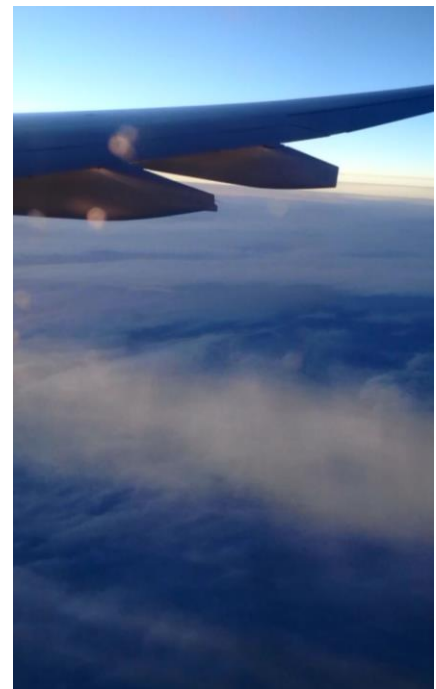


Fig. 2 Volo sopra la catena del Giura, 20 marzo 2014, quota di crociera ca. 11 km. Seconda scia di condensazione tra la fusoliera e le ali © UFAC

#### 4. Impatto sul clima

Oggigiorno si sa che i cirri che si formano a seguito del passaggio degli aerei hanno un impatto sul clima. L'industria aeronautica cerca di ridurre tale effetto. Attualmente sono in corso programmi di ricerca per individuare le possibilità di adeguare in tempi brevi la quota di crociera in funzione della situazione meteorologica, senza aumentare le emissioni di CO<sub>2</sub>, 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 tale 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. È previsto che entro il 1° gennaio 2020 tutti i motori di grandi dimensioni, attualmente in fase di produzione, vengano certificati secondo questo nuovo standard. La riduzione delle polveri fini contribuirà a diminuire la formazione di scie di condensazione senza fare aumentare le emissioni di CO<sub>2</sub>.

La risposta all'intervento parlamentare presentato nel 2007 dal Consigliere nazionale Luc Recordon illustra nel dettaglio l'impatto delle emissioni degli aeromobili sull'ambiente:

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

#### 5. La teoria del complotto sulle scie chimiche

Numerosi siti internet si occupano del fenomeno, presentando una varietà di informazioni su missioni aeree volte a nebulizzare agenti chimici. Secondo le teorie del complotto, le cosiddette scie chimiche sono servite a manipolare il clima, ridurre in modo mirato la popolazione o perseguire obiettivi militari.

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

Si tratta di affermazioni prive di fondamento:

- La formazione di scie di condensazione dalle più diverse caratteristiche è un fenomeno naturale generato dal passaggio degli aerei. Lo si osserva sin dai primordi dell'aviazione ed è stato rilevato già durante la Seconda Guerra mondiale, ad esempio quando venivano sganciate le bombe ad alta quota. L'efficienza sempre maggiore dei motori moderni e l'aumento del numero di grandi aerei in circolazione favorisce la formazione di scie di condensazione.
- L'ingente volume di nuvole estese, generate dalle di scie di condensazione, è da ricondurre al vapore acqueo nell'atmosfera. Un aereo non sarebbe in grado di trasportare agenti chimici sufficienti per creare un tale volume di nuvole visibili.
- Gli aerei in grado di compiere missioni di nebulizzazione dovrebbero essere sottoposti a procedure di certificazione molto complesse sotto il profilo tecnico, controllate dalle autorità di vigilanza preposte. All'UFAC non sono tuttavia noti progetti di trasformazione di questo genere.
- I motori e i sistemi di carburante sono costruiti e certificati per un determinato tipo di carburante. All'UFAC non sono note certificazioni per motori con aggiunta di alluminio o di sostanze analoghe. Inoltre, in Svizzera, nel quadro di test effettuati sui motori negli ultimi anni sono stati analizzati sistematicamente campioni di carburante di diversi fornitori. Come nel caso di tutti gli altri carburanti e oli derivati dal petrolio, sono presenti tracce di

alluminio e di bario, poiché si tratta di componenti naturali di questa materia prima. È tuttavia assolutamente esclusa un'aggiunta attiva di alluminio e bario al carburante.

- In Svizzera la quota di alluminio 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; dopo un sollevamento di polveri, con gli attuali metodi di analisi sofisticati possono essere tracciati anche nell'aria o nell'acqua piovana. Gran parte dell'alluminio misurato nell'aria è polvere minerale naturale, considerato che l'alluminio è il terzo elemento più diffuso sulla crosta terrestre. Circa un quarto è da ricondurre alla circolazione 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 previsti dalla legislazione sulla tutela della salute. In Svizzera la presenza nell'aria delle sostanze menzionate non mette pertanto a rischio la salute della popolazione.
- Il trattamento delle nuvole con razzi antigrandine ha lo scopo di collegare i cristalli di ghiaccio e di farli cadere rapidamente dalle nuvole, in modo che si sciolgano e raggiungano il suolo sotto forma di pioggia e non di grandine. Questa procedura, pur potendo essere considerata una piccola manipolazione del clima, non ha nulla a che vedere con il fenomeno delle scie di condensazione.
- Spargere sistematicamente, e in segreto, agenti chimici nell'atmosfera è praticamente impossibile visto che lo spazio aereo è controllato costantemente. Tutti gli aeromobili 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 ad un'altitudine di circa 20 chilometri. Un volo non autorizzato e non identificabile farebbe scattare immediatamente 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.
- Con i termini di geoingegneria e ingegneria climatica (*geoengineering - climate engineering*) si definiscono manipolazioni consapevoli del sistema climatico della Terra allo scopo di mitigare o ridurre il riscaldamento globale del pianeta causato dall'uomo (vedi scheda informativa dell'Ufficio federale dell'ambiente: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/it/dokumente/klima/fachinfo-daten/geoengineering.pdf.download.pdf/geoingegneria.pdf>). Lo spargimento di agenti chimici (aerosol) in strati atmosferici ad alta quota, dove rimarrebbero per anni, rappresenta una delle opzioni possibili. La ricerca nel campo della geoingegneria è praticata soprattutto per individuare i rischi dei vari approcci. Un'attuazione su larga scala è stata vietata a titolo cautelare nell'ambito della Convenzione delle Nazioni Unite sulla diversità biologica del 2010 (moratoria). Indipendentemente dalla regolamentazione internazionale, in Svizzera questi tipi di interventi non verrebbero autorizzati, visto che violerebbero, tra l'altro, la legge sulla protezione dell'ambiente.