

Documento di approfondimento

PBL - Planetary boundary layer - Strato limite planetario

Il PBL si estende entro i primi 100-3000 metri dell'atmosfera e descrive quella parte di atmosfera che viene direttamente influenzata dalla presenza della superficie terrestre e risponde ai cambiamenti indotti dalla superficie terrestre in breve tempo (circa un'ora o meno). L'interazione fra atmosfera e superficie può avvenire attraverso diversi meccanismi: attrito meccanico, evaporazione e traspirazione, trasferimento di calore, emissione di sostanze inquinanti e variazioni della circolazione atmosferica dovuta alla conformazione del terreno.

PBL urbano

Il PBL urbano è lo strato limite planetario al di sopra di un'area urbana. La sua struttura, almeno nello strato inferiore, è condizionata dall'elevato attrito superficiale e dalle specificità dei meccanismi di trasferimento del calore al di sopra dell'area urbana, specialmente dalla loro forte disomogeneità spaziale.

PBL convettivo

Con PBL convettivo si indica lo strato limite in condizioni di forte insolazione che causano vortici d'aria di natura convettiva (si pensi ad una pentola posta sopra una fonte di calore, contenente acqua in ebollizione) ed aumento della produzione di turbolenza (al contrario di quanto avviene per il PBL stabile) e di conseguenza un forte rimescolamento dell'atmosfera.

PBL stabile - PBL stabilmente stratificato

In condizioni di raffreddamento della superficie terrestre, la creazione di vortici di natura convettiva è inibita e la turbolenza è sostenuta solo dal vento. La turbolenza e il rimescolamento atmosferico sono deboli. Il PBL stabilmente stratificato è in genere la parte inferiore di una inversione superficiale di temperatura (ovvero la superficie terrestre è più fredda dell'aria che sta appena al di sopra di essa).

Altezza di rimescolamento

L'altezza di rimescolamento è la quota dello strato in prossimità del suolo all'interno del quale gli inquinanti o ogni altra sostanza emessa all'interno di questo strato, o contenuta in esso, diventa verticalmente dispersa per mezzo della convezione o della turbolenza meccanica in un tempo di scala di circa mezz'ora.

Caratteristiche specifiche dei processi atmosferici nel PBL urbano: la dispersione degli inquinanti

Prendiamo in considerazione il processo di dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dal

traffico. E' necessario considerare quattro tipi di processi di dispersione collegati fra loro per descrivere il comportamento degli inquinanti emessi dal traffico, la loro misura in prossimità delle strade e i loro flussi in atmosfera. Dopo il rilascio delle sostanze dalle marmitte, gli inquinanti sono inglobati nelle onde turbolente generate dai veicoli, che possono accelerarne così il rimescolamento. La circolazione parzialmente canalizzata in senso orizzontale nello strato d'aria più vicino al suolo trasporta gli inquinanti da una strada alle strade vicine. La circolazione dell'aria all'interno delle strade realizza il trasporto di inquinanti verso l'alto: dal livello più inquinato dei pedoni o dei veicoli ai livelli meno inquinati verso i tetti ed eventualmente anche sopra, ma realizza anche un trasporto in senso contrario (verso il basso) del livello di inquinamento residuo già presente ai livelli superiori verso il suolo. L'interazione della circolazione turbolenta negli strati più bassi dell'atmosfera, ovvero appena sopra i tetti, con le strutture turbolente di circolazione dell'aria all'interno delle strade determina l'entità dei flussi di sostanze inquinanti che si verificano a livello dei tetti. Inoltre, la struttura turbolenta del movimento atmosferico all'interno del PBL gioca un ruolo fondamentale nel rimescolamento degli inquinanti emessi da sorgenti differenti in diversi quartieri e per la loro successiva interazione con il livello di inquinamento residuo, ovvero già presente in atmosfera.

Metodo di stima dell'estensione del PBL

Esistono nella letteratura scientifica numerosi metodi di stima dell'estensione verticale dello strato limite planetario. Il Servizio Meteorologico Regionale di ARPA Lombardia utilizza misure di profili verticali delle variabili atmosferiche più comuni (pressione, temperatura, umidità, velocità del vento) effettuate due volte al giorno (mezzanotte e mezzogiorno circa) al CMR di Linate dall'Aeronautica militare. Questa misura si realizza lanciando un pallone galleggiante adeguatamente attrezzato verso l'alto, gli strumenti inviano poi alla stazione al suolo una misura ogni 10 secondi. In pratica, abbiamo a disposizione una "fotografia" istantanea dello stato dell'atmosfera di una colonna d'aria posta al di sopra della zona di lancio.

Riferimenti:

Il metodo consigliato in letteratura per ottenere l'estensione verticale del PBL utilizzando misure di profilo ad alta risoluzione temporale è il cosiddetto *parcel method* che viene riferito a:
Holzworth, C.G., 1967: "Mixing depths, wind speed and air pollution potential for selected locations in the United States", *Journal of Applied Meteorology*, vol. 6, pp.1039-1044

Segnaliamo un ulteriore lavoro di riepilogo dello stato dell'arte nella stima dei parametri del PBL importanti per la dispersione degli inquinanti in atmosfera:

Seibert, P., Beyrich, F., Gryning S-E, Joffre S., Rasmussen A. and Tercier Ph., 2000: "Review and Intercomparison of Operational methods for the determination of the mixing height", *Atmospheric Environment*, 34(7), pp 1001-1027

Riferimento per le definizioni presentate: "Meteorology applied to urban air pollution problems", final report COST Action 715, Appendice A curata da Zbynek Jaour.