

MAIND s.rl.

XTRAPOLATE

**MODULO PER L'ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DEI DATI DI VENTO,
TEMPERATURA E PRESSIONE A PARTIRE DA DATI DA STAZIONE A TERRA E
PER IL CALCOLO DEI PRINCIPALI PARAMETRI DELLA TURBOLENZA**

Nota descrittiva

13/11/2007

INDICE

CARATTERISTICHE PRINCIPALI	3
FILE DI INPUT/OUTPUT	4
GENERALITA'	4
SPECIFICHE DI DETTAGLIO	6
VINCOLI SUI DATI METEO IN INGRESSO	8
METODI E PROCEDURE IMPLEMENTATI	9
STIMA DELLA CLASSE DI STABILITA' ATMOSFERICA (STAB)	9
STIMA DEL FLUSSO DI CALORE SENSIBILE (Q_h)	9
STIMA DELLA LUNGHEZZA DI MONIN-OBUKHOV (L) E DELLA VELOCITA' DI ATTRITO (u_*)	10
STIMA DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO (H_{mix})	10
STIMA DELLA VELOCITA' CONVETTIVA DI SCALA (w_*)	10
ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA TEMPERATURA (dT/dz)	11
ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA PRESSIONE (dP/dz)	12
ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DEL VENTO (dV/dz)	13
POSSIBILI PUNTI DI CRITICITA' NEI METODI IMPLEMENTATI	15
STIMA DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO (H_{mix})	15
ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA TEMPERATURA (dT/dz)	15
ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DEL VENTO (dV/dz)	16
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	17

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- XTRAPOLATE è un programma finalizzato alla ricostruzione dei profili verticali di vento, temperatura e pressione a partire dai dati di una stazione a terra ubicata in un punto di territorio posto sulla terraferma.
- Implementando metodi basati sulla teoria della similarità, il programma è inoltre in grado di calcolare le principali variabili della turbolenza, come l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, il flusso di calore sensibile, la velocità di attrito, la velocità convettiva di scala.
- Il canovaccio del programma è costituito dalla subroutine 'DIAGNO' di Kessler & Douglas, implementata all'interno del codice di CALMET, che rappresenta il modulo diagnostico del campo di vento 3D dello stesso modello.
- Diverse metodologie per il calcolo dei parametri della turbolenza implementate nel programma sono quelle originali presenti all'interno del codice di CALMET. Al fine di ampliare la gamma delle opportunità di estrapolazione, ad esse sono state aggiunte delle altre, sviluppate originalmente a partire dai metodi basati sulla similarità descritti in letteratura.

FILE DI INPUT/OUTPUT

GENERALITA'

- XTRAPOLATE è un modulo di calcolo, basato su un eseguibile compilato in linguaggio *FORTRAN*, dotato di un'opportuna interfaccia *WINDOWS* in grado di svolgere la necessaria funzione di interazione amichevole con l'utente.
- XTRAPOLATE può essere utilizzato in 2 modi:
 - all'interno di CALWIN: inserito come un *tool* aggiuntivo, nell'ambito dell'importazione dei dati meteo esterni del *menu* "Gestione database", consente la ricostruzione degli andamenti profilometrici per il *file* UPn.DAT usando solo misure da stazione a terra, laddove i dati profilometrici misurati o stimati da modello prognostico non siano disponibili;
 - come applicativo a se stante: come applicativo *WINDOWS stand-alone*, a partire unicamente dai dati di una stazione al suolo, consente la ricostruzione dei profili verticali delle principali grandezze meteorologiche, nonché i valori dei parametri della turbolenza.
- XTRAPOLATE richiede in ingresso 2 *file*: uno generale di controllo, ed uno contenente i dati meteo della stazione a terra che si intendono estrapolare in quota:
 - il *file* di controllo è un *file* temporaneo di appoggio creato dall'interfaccia *WINDOWS* sulla base dei parametri inseriti esternamente dall'utente; il suo scopo è quello di "pilotare" l'esecuzione del modulo di calcolo *FORTRAN* in accordo con le specifiche indicate dall'utente;
 - il *file* contenente i dati meteo della stazione a terra è invece un *file* esterno opportunamente preparato dall'utente secondo precise specifiche di formato.
- In uscita XTRAPOLATE produce un *file* contenente gli andamenti in quota delle grandezze estrapolate lungo la verticale, nonché la stima al suolo dei principali parametri della turbolenza. Tale *file* rappresenta il profilo verticale opportunamente ricostruito in corrispondenza del medesimo punto di territorio in cui è ubicata la stazione a terra.
- Per il *file* delle stazioni a terra in ingresso esistono 3 diverse tipologie di formato importabili:
 - .XLS : foglio di lavoro *Excel*;
 - .CSV : testo formattato separato da virgola;
 - .PRN : testo formattato delimitato da spazio.
- Per il *file* delle stazioni a terra esistono 2 diverse tipologie di combinazioni di variabili meteo possibili, tra loro alternative:

- tipo_1: *file* contenente i parametri della nuvolosità (copertura nuvolosa ed altezza della base delle nubi);
- tipo_2: *file* contenente i dati della radiazione (radiazione solare globale e netta).
- Il *file* profilometrico in uscita può essere esportato secondo 3 diverse tipologie di formato:
 - .XLS : foglio di lavoro *Excel*;
 - .CSV : testo formattato separato da virgola;
 - .PRN : testo formattato delimitato da spazio.
- Opzionalmente, in uscita XTRAPOLATE consente di esportare i dati estrapolati anche nei formati dei *file* di tipo UPn.DAT letti dal modello CALMET. I *file* UPn.DAT in uscita possono essere esportati secondo 3 diverse tipologie di formato, in accordo con la versione di CALMET utilizzata:
 - v. 5.0 (1999)
 - v. 5.2 (2000)
 - v. 5.5-5.8 (2003-2007)

SPECIFICHE DI DETTAGLIO

1. FILE DI CONTROLLO (INPUT)

CARATTERISTICHE PUNTO-STAZIONE:

- XSTA : X UTM (Km)
- YSTA : Y UTM (Km)
- ZSTA : Z (m s.l.m.)
- Hanem : Quota anemometro (m s.l.s.)
- IBTZ : Fuso orario di appartenenza [Greenwich: 0; Italia: -1]
- IclasLU : Criterio di calcolo dei parametri di uso-suolo [1=CLC; 2=USGS; 3=utente]
 - Z0 : Lunghezza di rugosità (m)
 - ALBEDO : Albedo
 - BOWEN : Rapporto di Bowen
 - HCG : Flusso di calore al suolo (W/m^2)
 - QF : Flusso di calore antropogenico (W/m^2)
 - XLAI : Indice di superficie fogliare

LIVELLI VERTICALI IN USCITA:

- NZ : Numero livelli
- ZLEV(K) : Quote dei singoli livelli (m s.l.s.) [K=1,NZ]

ESTRAPOLAZIONE DELLA TEMPERATURA:

- IEXTR_T : Metodo scelto [1=profilo teorico; 2=Yamada e succ.]
- PGT0(I) : Gradiente di T. pot. predefinito per classe di stab. [I=1,6]
- ZIMIN : Valore minimo predefinito di Hmix (m)
- ZIMAX : Valore massimo predefinito di Hmix (m)

ESTRAPOLAZIONE DEL VENTO:

- IEXTR_V : Metodo scelto [1=LP; 2=FM; 3=Simil1; 4=Simil2]
- Iplx : Criterio di calcolo degli espon. predef. LP [1=Rurale; 2=Urbano; 3=utente]
 - PLX0(I) : Esponente LP predefinito per classe di stab. [I=1,6]
- FEXTR(K) : Fattori moltiplicativi per livello [K=1,NZ]

NOTAZIONI:

- CLC : classificazione di uso-suolo Corine Land Cover [15 categorie]
- USGS : classificazione di uso-suolo USGS [14 categorie]
- LP : legge di potenza
- FM : fattori moltiplicativi per livello verticale
- Simil1 : metodo 1 basato sulla similarità (Van Ulden & Holtslag, 1985)
- Simil2 : metodo 2 basato sulla similarità (Panofsky & Dutton, 1983)

NOTE:

- Se si sceglie IclasLU=1 o IclasLU=2, vengono impostati i valori predefinti dei 6 parametri di uso-suolo che seguono, a seconda della classificazione scelta (CLC o USGS); se invece si sceglie IclasLU=3, i valori dei 6 parametri di uso-suolo che seguono vanno introdotti direttamente dall'utente.
- Se si sceglie Iplx=1 o Iplx=2, vengono impostati i valori predefinti dei 6 esponenti della legge di potenza che seguono, a seconda del contesto territoriale scelto (rurale o urbano); se invece si sceglie Iplx=3, i valori dei 6 esponenti della legge di potenza che seguono vanno introdotti direttamente dall'utente.
- La quota dell'anemometro dal suolo (Hanem) deve necessariamente essere pari a 10m, perché in caso contrario non possono essere applicate le metodologie di stima dei parametri micrometeorologici.

FONTI:

- Parametri di uso-suolo se IclasLU=1: manuale di CALMET 5.0 (1999), pag. 4-135

- Parametri di uso-suolo se $I_{clasLU}=2$: elaborati sulla base delle corrispondenze tra le categorie della codifica Corine Land Cover e le categorie USGS riportate nel manuale di CALMET 5.0 (1999), pag. 4-132
- Gradienti di T . pot. predefiniti indipendenti dalla stabilità: Douglas & Kessler (1988), riportati nel manuale di CALMET 5.0 (1999), pag.2-11
- Gradienti di T . pot. predefiniti per classe di stab. (PGT0): Seinfeld (1986), riportati in Tartaglia (1999), pag. 205
- Esponenti della legge di potenza predefiniti per classe di stab. (PLX0): Hanna et al. (1982), riportati nel manuale di CALPUFF 5.0 (1999), pag.4-22

2. FILE METEO IN INGRESSO (INPUT)

TIPO 1:

- Data [GG/MM/AAAA]
- Ora [HH: 01÷24 LST]
- VV (m/s)
- DV (°N)
- T (°C)
- Pres (mb)
- UmR (%)
- Ccov (decimi: 1÷10)
- Hnubi (m)

TIPO 2:

- Data [GG/MM/AAAA]
- Ora [HH: 01÷24 LST]
- VV (m/s)
- DV (°N)
- T (°C)
- Pres (mb)
- RadG (W/m^2)
- RadN (W/m^2)

CODIFICA DATO MANCANTE: -999

3. FILE METEO IN USCITA (OUTPUT)

NZ livelli:

- Data [GG/MM/AAAA]
- Ora [HH: 01÷24 LST]
- Qsls (m s.l.s)
- VV (m/s)
- DV (°N)
- T (°C)
- Pres (mb)

1° livello (valore al suolo):

- Stab [classe di stab.: 1÷6 (A÷F)]
- Hmix (m)
- L (m)
- Qh (W/m^2)
- u_* (m/s)
- w_* (m/s)

VINCOLI SUI DATI METEO IN INGRESSO

➤ VINCOLI TEMPORALI:

- Ora iniziale (*IBHR*) : deve essere: $01 \leq IBHR \leq 06$ [$01 \div 24$ LST]
- Cadenza temporale : 1 ora

➤ VINCOLI SULLE GRANDEZZE METEO:

- Per ogni ora, è preferibile che siano sempre presenti dati validi di *VV*, *DV*, *T*, *PRES*. Qualora tale condizione non sia verificata, per ciascuna di tali variabili è consentito un numero massimo di ore consecutive di dati mancanti pari a 14; tale limite temporale massimo deriva direttamente da quello imposto da CALMET per il file profilometrico in lettura UPn.DAT. Se si eccede tale limite, il programma si blocca, con emissione di messaggio d'errore.
- Nel caso per ciascuna tra le variabili *VV*, *DV*, *T*, *PRES* ci siano dei "buchi" temporali (comunque in numero consentito), il programma provvede a "riempirli" artificialmente, utilizzando il valore interpolato temporalmente per *VV*, *T*, *PRES* (variazione temporale media), e l'ultimo valore valido per *DV* (andamento costante).
- I dati di *UMR* possono anche essere sempre mancanti, anche perché in realtà la presenza di tale variabile tra i dati in ingresso risulta puramente opzionale: la sua presenza risponde unicamente alla logica di mantenere invariato il formato *standard* del file da stazione a terra richiesto in ingresso dal modello CALMET (SURF.DAT).
- I dati di *CCOV* e *HNUBI* possono anche essere sempre mancanti: in questo caso, di difetto verranno assegnate condizioni di cielo sereno ($CCOV=0$ decimi, $HNUBI=5000m$).
- I dati di *RADG* e *RADN* possono anche essere sempre mancanti: in questo caso, di difetto verranno assegnate condizioni di stabilità neutre ($ISTAB=4$).

METODI E PROCEDURE IMPLEMENTATI

STIMA DELLA CLASSE DI STABILITA' ATMOSFERICA (STAB)

[2 METODI x 2 OPZIONI]

➤ **OPZIONE 1: METODO DI TURNER**

- Metodo che calcola l'effetto della radiazione netta sulla stabilità attraverso l'altezza solare (funzione dell'ora del giorno e del giorno dell'anno della località in esame), la copertura nuvolosa e l'altezza della base delle nubi.
- E' il metodo di stima della stabilità di Pasquill-Gifford-Turner implementato all'interno del modello CALMET, nonché approvato dall'EPA come uno dei più affidabili.

FONTE: sito web "WebMET": http://www.webmet.com/met_monitoring/641.html

➤ **OPZIONE 2: METODO DI PASQUILL**

- Metodo di calcolo della classe di stabilità atmosferica basato sulla velocità del vento e sulla radiazione solare globale (per le ore diurne) e sulla radiazione netta (per le ore notturne).
- E' probabilmente il metodo di stima della stabilità di Pasquill maggiormente utilizzato, soprattutto in ambito italiano.

FONTE: Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pag. 186

STIMA DEL FLUSSO DI CALORE SENSIBILE (Q_h)

[3 METODI x UN'UNICA OPZIONE]

➤ **UNICA OPZIONE: METODI DEL BILANCIO ENERGETICO, DI VENKATRAM E DI WEIL & BROWER**

- Giorno: viene utilizzato il metodo del bilancio energetico a partire dall'angolo di elevazione solare e dalla copertura nuvolosa.
- Notte: vengono utilizzati i metodi di Venkatram (1980) e di Weil & Brower (1983).
- E' il metodo di stima di Q_h implementato all'interno del modello CALMET.

FONTE: Manuale di CALMET 5.0 (1999), pagg. 2-23÷2-27

STIMA DELLA LUNGHEZZA DI MONIN-OBUKHOV (L) E DELLA VELOCITA' DI ATTRITO (u_*)

[3 METODI x UN'UNICA OPZIONE]

➤ **UNICA OPZIONE: METODI DI HOLTSLAG & VAN ULDEN, VENKATRAM E DI WEIL & BROWER**

- Giorno: viene utilizzato il metodo di Holtslag & van Ulden (1983).
- Notte: vengono utilizzati i metodi di Venkatram (1980) e di Weil & Brower (1983).
- E' il metodo di stima di L ed u_* implementato all'interno del modello CALMET.

FONTE: Manuale di CALMET 5.0 (1999), pagg. 2-24÷2-27

STIMA DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO (H_{mix})

[4 METODI x UN'UNICA OPZIONE]

➤ **UNICA OPZIONE: METODI DI MAUL, VENKATRAM (B), VENKATRAM (A) E ZILITINKEVICH**

- Giorno: l'altezza di rimescolamento viene calcolata come massimo tra il valore convettivo (calcolato col metodo di Maul, 1980) e quello meccanico (calcolato col metodo di Venkatram, 1980b).
- Notte: l'altezza di rimescolamento viene calcolata come il minimo tra il valore stimato col metodo di Venkatram (1980a) e quello stimato col metodo di Zilitinkevich (1972).
- E' il metodo di stima di H_{mix} (o ZI) implementato all'interno del modello CALMET.

FONTE: Manuale di CALMET 5.0 (1999), pagg. 2-27÷2-28

STIMA DELLA VELOCITA' CONVETTIVA DI SCALA (w_*)

[1 METODO x UN'UNICA OPZIONE]

➤ **UNICA OPZIONE: DEFINIZIONE DALLA SIMILARITA'**

- La velocità convettiva di scala viene definita in base alle definizioni della similarità, in funzione dell'altezza del PBL, del flusso di calore sensibile, dell'accelerazione di gravità e della temperatura.
- La velocità convettiva di scala assume valori non nulli unicamente in condizioni convettive (instabili).

FONTE: Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pag.61

ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA TEMPERATURA (dT/dz)

[2 METODI x 2 OPZIONI]

➤ **OPZIONE 1: METODO BASATO SUI PROFILI TEORICI DI THETA SECONDO LA STRATIFICAZIONE DEL PBL RICOSTRUITA IN PRECEDENZA**

Una volta definita in dettaglio la stratificazione del PBL attraverso l'applicazione dei metodi di cui ai punti precedenti, il profilo verticale della temperatura viene ricostruito sulla base degli andamenti teorici in funzione delle diverse condizioni di stabilità atmosferica.

- Condizioni neutre/stabili:
 - $z=0 \div SL \cong ZI$: $dT/dz = PGTO(STAB) - \Gamma_d$
 - $z > SL \cong ZI$: $dT/dz = -0.5 * \Gamma_d$
- Condizioni instabili:
 - $z=0 \div SL$: $dT/dz = PGTO(STAB) - \Gamma_d$
 - $z = SL \div ZI$: $dT/dz = -\Gamma_d$
 - $z = EL$: $dT/dz = d\theta/dz - \Gamma_d$
 - $z > EL$: $dT/dz = -0.5 * \Gamma_d$

NOTAZIONI:

- dT/dz : *gradiente termico reale (da calcolare)*
- SL : *altezza dal suolo dello strato superficiale (Surface Layer)*
- ZI : *altezza dal suolo dello strato limite (Planetary Boundary Layer)*
- EL : *spessore dello strato di inglobamento (Entrainment Layer)*
- $\Gamma_d = 0.0098 \text{ K/m}$: *gradiente termico adiabatico secco*
- $d\theta/dz$: *gradiente di temperatura potenziale all'interno dell'Entrainment Layer*
- $PGTO(STAB)$: *gradiente predefinito di temperatura potenziale all'interno del Surface Layer, funzione della stabilità*

Va osservato che, indipendentemente dalle condizioni di stabilità atmosferica, nell'atmosfera libera al di sopra del PBL (per $z > SL \cong ZI$ e $z > EL$, rispettivamente) si assume che la temperatura segua il profilo teorico, ossia quello semiadiabatico.

FONTE: Stull: "An introduction to boundary layer meteorology", 1989, pagg. 12÷16

➤ **OPZIONE 2: METODO DI YAMADA E SUCCESSIVI**

- All'interno del PBL: viene utilizzato il metodo di Yamada 1976, Brutsaert 1982, Stull 1988 e Garratt 1992, basato sulla similarità.
- Al di sopra del PBL: si assume che la temperatura segua il profilo teorico, ossia quello semiadiabatico.

FONTE: Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pag. 101

ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA PRESSIONE (dP/dz)

[1 METODI x UN'UNICA OPZIONE]

➤ **OPZIONE 1: DEFINIZIONI DELLA TERMODINAMICA**

L'extrapolazione in quota della pressione atmosferica viene effettuata applicando le definizioni della termodinamica, e più precisamente il 1° principio della termodinamica e la legge dei gas perfetti.

In particolare, per ogni livello verticale, viene utilizzata la legge che lega la temperatura potenziale alla temperatura normale:

$$\theta = T * (1000/P)^{R/C_p}$$

NOTAZIONI:

- P : pressione atmosferica (hPa) da calcolare
- θ : temperatura potenziale (K)
- T : temperatura normale (K)
- R/C_p : costante, pari a 0.286

FONTE: Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pag.28

ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DEL VENTO (dV/dz)

[4 METODI x 4 OPZIONI]

➤ **OPZIONE 1: LEGGE DI POTENZA**

- L'estrapolazione in quota del vento viene effettuata attraverso un'equazione in cui il rapporto tra la generica quota z e quella dell'anemometro della stazione varia con legge di potenza, attraverso un esponente funzione della classe di uso-suolo del punto-stazione.
- Per gli esponenti della legge di potenza sono previste 2 possibili opzioni:
 - caso 1 : indipendenti dalla stabilità atmosferica
 - caso 2 : funzione della stabilità atmosferica; in questo caso, per ogni classe di stabilità, è necessario specificare tali valori, secondo 3 diverse casistiche:
 - profilo predefinito rurale
 - profilo predefinito urbano
 - profilo definito arbitrariamente dall'utente
- Tale metodo è implementato all'interno del modello CALMET.
- Attraverso questo metodo la direzione del vento rimane costante all'aumentare della quota.
- I valori predefiniti (rurale ed urbano) degli esponenti della legge di potenza del caso funzione della stabilità sono quelli previsti sia da ISC che da CALPUFF.

FONTI:

- *Manuale di CALMET 5.0 (1999), pag. 2-11*
- *Manuale di CALPUFF 5.0 (1999), pag. 4-22*
- *Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pagg.187÷188*
- *Hanna et al.: "Handbook on atmospheric diffusion", 1982*

➤ **OPZIONE 2: METODO BASATO SU FATTORI MOLTIPLICATIVI PER LIVELLO INTRODOTTI ESTERNAMENTE**

- L'estrapolazione in quota del vento viene effettuata attraverso una legge lineare in cui la velocità del vento varia secondo opportuni fattori moltiplicativi di scala, distinti per livello, da introdursi esternamente a cura dell'utente.
- Tale metodo è implementato all'interno del modello CALMET.
- Attraverso questo metodo la direzione del vento rimane costante all'aumentare della quota.

FONTE: Manuale di CALMET 5.0 (1999), pagg. 2-11÷2-12

➤ **OPZIONE 3: METODO DI VAN ULDEN & HOLTSLAG, BASATO SULLA SIMILARITA'**

- L'estrapolazione in quota del vento viene effettuata attraverso il metodo di Van Ulden & Holtslag (1985), basato sulla similarità.
- Tale metodo è implementato all'interno del modello CALMET.
- Questo metodo è in grado di far variare la direzione del vento al variare della quota.
- Poiché per definizione la teoria della similarità non è applicabile al di sopra del PBL, per le quote superiori dell'atmosfera si assume che sia la velocità che la direzione del vento rimangano costanti con la quota.

FONTE: Manuale di CALMET 5.0 (1999), pagg. 2-12÷2-14

➤ **OPZIONE 4: METODO DI PANOFSKY & DUTTON, BASATO SULLA SIMILARITA'**

- L'estrapolazione in quota del vento viene effettuata attraverso il metodo di Panofsky & Dutton (1983), basato sulla similarità, attraverso un'equazione continua in z/L , e quindi applicabile per tutte le condizioni di stabilità.
- L'equazione di Panofsky & Dutton (1983) dipende da una funzione di z/L la cui espressione varia in funzione delle condizioni di stabilità:
 - condizioni instabili : relazione di Businger-Dyer (Paulson, 1970)
 - condizioni stabili : relazione di Businger-Dyer (Paulson, 1970) e di Van Ulden & Holtslag (1985)
- Attraverso questo metodo la direzione del vento rimane costante all'aumentare della quota.
- Poiché per definizione la teoria della similarità non è applicabile al di sopra del PBL, per le quote superiori dell'atmosfera si assume che sia la velocità che la direzione del vento rimangano costanti con la quota.

FONTE: Sozzi: "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria", APAT, 2003, pagg. 94÷95

POSSIBILI PUNTI DI CRITICITA' NEI METODI IMPLEMENTATI

STIMA DELL'ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO (Hmix)

- Il possibile elemento di criticità riguarda unicamente la stima dell'altezza di rimescolamento in condizioni convettive (instabili) diurne.
- In condizioni convettive diurne, il calcolo dell'altezza di rimescolamento può essere effettuato unicamente disponendo di un profilo verticale di temperatura, in base al quale può essere definita la stratificazione del PBL. Poiché ovviamente in partenza non si dispone di un tale profilo di temperatura, risulta necessario fornirne una preventiva ricostruzione, la quale è basata sugli andamenti teorici definiti in letteratura. Più precisamente viene utilizzato un profilo predefinito teorico di temperatura avente le seguenti caratteristiche:
 - $z=0 \div SL$: $dT/dz = PGTO(STAB) - \Gamma_d$
 - $z > SL$: $dT/dz = -\Gamma_d$

NOTAZIONI:

- dT/dz : *gradiente termico reale (stimato)*
- SL : *altezza dal suolo dello strato superficiale (Surface Layer)*
- $\Gamma_d = 0.0098 \text{ K/m}$: *gradiente termico adiabatico secco*
- $PGTO(STAB)$: *gradiente predefinito di temperatura potenziale all'interno del Surface Layer, funzione della stabilità*

FONTE: Stull: "An introduction to boundary layer meteorology", 1989, pagg. 13

ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DELLA TEMPERATURA (dT/dz)

- Il possibile elemento di criticità riguarda unicamente l'estrapolazione della temperatura al di sopra del PBL.
- Indipendentemente dalle condizioni di stabilità atmosferica, nell'atmosfera libera al di sopra del PBL (per $z > SL \cong ZI$ in condizioni stabili/neutre e per $z > EL$ in condizioni instabili) si assume che la temperatura segua il profilo teorico, ossia quello semiadiabatico, ossia:
 - $dT/dz = -0.5 * \Gamma_d$

FONTE: Stull: "An introduction to boundary layer meteorology", 1989, pagg. 12 ÷ 16

ESTRAPOLAZIONE IN QUOTA DEL VENTO (dV/dz)

- Il possibile elemento di criticità riguarda l'estrapolazione del vento al di sopra del PBL qualora si applichino i metodi basati sulla similarità, ovvero quando si scelgano le opzioni 3 o 4.
- Poiché per definizione la teoria della similarità non è applicabile al di sopra del PBL, per le quote superiori dell'atmosfera il profilo verticale del vento non può essere in alcun modo estrapolato a partire unicamente da informazioni al suolo: nell'atmosfera libera al di sopra del PBL il profilo di vento si allinea infatti al vento geostrofico, ovviamente sconoscibile dalle sole informazioni a terra.
- Per le ragioni di cui sopra, ovviamente in mancanza di informazioni anemologiche a scala sinottica, risulta necessario operare delle ipotesi semplificative, e più precisamente assumere che sia la velocità che la direzione del vento rimangano costanti con la quota.

FONTE: Stull: "An introduction to boundary layer meteorology", 1989, pagg. 12÷16

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. **Hanna S.R, Briggs G.A., Hosker R.P. (1982):** *Handbook on atmospheric diffusion* – DOE/TIC-11223, Technical Information Center U.S. Department of Energy, USA.
2. **Pasquill F. (1974):** *Atmospheric diffusion*. Wiley - New York, NY, USA.
3. **Scire J.S., Robe F.R., Ferman M.E., Yamartino R.J. (1999):** *A User's Guide for the CALMET Meteorological Model (version 5.0)* - Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.
4. **Scire J.S., Strimaitis D.G., Yamartino R.J. (1999):** *A User's Guide for the CALPUFF Meteorological Model (version 5.0)* - Earth Tech Inc., Concord, MA, USA.
5. **Seinfeld J.H. (1986):** *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*– John Wiley & Sons, New York, USA.
6. **Sozzi R. (2003):** *La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria* - APAT, Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni (CTN-ACE), Italia.
7. **Stull R.B. (1989):** *An introduction to boundary layer meteorology* – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
8. **Tartaglia M. (1999):** *L'inquinamento dell'aria da traffico stradale* – Editoriale Bios, Cosenza.