



SISTEMA OTTICO SPETTRALE - RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ILVA

REPORT OTTOBRE 2016

SERVIZIO AGENTI FISICI

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

1/10

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

Rete LIDAR ILVA: report mensile OTTOBRE 2016

1. Introduzione

Il principio di funzionamento del LIDAR consiste nell'emissione di brevi ed intensi impulsi luminosi da parte di una sorgente laser la cui radiazione è opportunamente convogliata mediante un sistema ottico di collimazione della radiazione. Gli impulsi, dopo essere stati parzialmente assorbiti e retro-diffusi dagli aerosol e dalle molecole di aria o acqua presenti in atmosfera, sono indirizzati nuovamente verso la sorgente, dove un sistema di raccolta della radiazione ottica consente di misurare l'intensità del fascio luminoso di ritorno.

Dall'intensità del segnale di ritorno, è possibile ricavare utili informazioni circa le caratteristiche della colonna d'aria sovrastante lo strumento. In questo modo, ad esempio, è possibile individuare l'eventuale presenza di nuvole, banchi di nebbia o strati di aerosol di origine naturale o antropica. Fornendo inoltre la distribuzione verticale in quota dell'aerosol, il LIDAR è in grado di individuare la quota di tali oggetti (nubi o strati di aerosol) e anche di seguirne l'evoluzione spazio-temporale. Le informazioni ricavate da un LIDAR risultano dunque di fondamentale importanza per lo studio delle dinamiche di trasporto delle masse d'aria.

Altrettanto importante risulta essere la capacità del LIDAR di ricavare l'altezza dello Strato Limite Planetario (Planetary Boundary Layer - PBL) determinato sfruttando il fatto che l'aerosol generato in prossimità del suolo costituisca un buon tracciante dello strato di mescolamento, essendo la sua diffusione dovuta ai moti turbolenti della bassa troposfera.

L'interesse nei confronti dell'altezza del PBL è motivata dalle dirette ripercussioni che esso presenta nella definizione delle modalità di diluizione degli inquinanti immessi in atmosfera: un PBL basso implica scarsa capacità di dispersione degli inquinanti in atmosfera e quindi un incremento delle concentrazioni al suolo degli inquinanti, viceversa un alto PBL è in genere correlato a più basse concentrazioni. Un algoritmo semi-automatico sviluppato nell'ambito della convenzione in corso tra ARPA Puglia ed ISAC – CNR consente, a partire dai dati LIDAR, di estrapolare l'altezza dello Strato di Rimescolamento (Mixing Layer Height, di seguito MLH), parametro in grado di descrivere il PBL in orari diurni.

I LIDAR della rete ILVA, posizionati come indicato in Fig. 1, sono prodotti dalla Jenoptik mod. CHM15k – Nimbus; il loro principio di funzionamento è basato sul principio fisico dello scattering elastico.

Fatto salvo quanto già esplicitato nella premessa al primo report di Ottobre 2014 sull'utilizzo e analisi del segnale, gli obiettivi del presente documento sono tre:

1. confronto dei segnali LIDAR con i risultati forniti da modelli previsionali (quali Hysplit e/o BSC-Dream8B) al fine di confermare il passaggio di polveri sahariane. Tale analisi è effettuata solo nei giorni per i quali la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA PUGLIA

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

riconosce il passaggio di avvezioni sahariane sulla Regione Puglia e lo quantifica in base alla Direttiva sulla qualità dell'aria 2008/50/CE.

2. approfondimento dei giorni per i quali sono pervenute segnalazioni di eventi di possibili emissioni;
3. approfondimento sul valore del parametro MLH nel mese in esame.



Ortofoto situpuglia 2013

1:000 Metri

Fig. 1: Posizionamento dei tre sistemi LIDAR posti lungo il perimetro dello stabilimento industriale ILVA

2. Analisi relativa al mese di OTTOBRE 2016

2.1. EVENTI DI DUST

Nel mese di Ottobre 2016, la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Puglia ha rilevato la ricaduta al suolo di sabbie sahariane sul territorio regionale nei giorni 15-16 Ottobre e 26 Ottobre. Per questi giorni si è provveduto ad analizzare il segnale LIDAR come riportato di seguito. Nel dettaglio, i segnali LIDAR mostrati nelle figure che seguono sono espressi in forma logaritmica e sono normalizzati per la distanza (RCS - Range Corrected Signal); la scala temporale è di tipo UTC ed il segnale è mediato temporalmente su 2 minuti. La scala di colore varia dal blu al rosso: segnali poco intensi sono indicati dal colore blu (indicativo di bassa concentrazione di aerosol), segnali molto intensi sono indicati dal colore rosso (indicativo di alta concentrazione di aerosol).

15-16 Ottobre: in Fig. 2 è mostrato il segnale prodotto dal sistema LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 15 – 16 Ottobre 2016. Le immagini LIDAR mostrano la presenza di uno strato caratterizzato da una elevata intensità del segnale (colore rosso) in prossimità del suolo per tutto il giorno 15 Ottobre (Fig. 2 a). Tale



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

3/10

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 **Fax** 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

aumento di intensità risulta essere compatibile con la presenza di nubi a bassa quota ed elevati livelli di umidità in prossimità del suolo, come confermato dalle rilevazioni di umidità relativa effettuate dalla centralina sita in Taranto appartenente alla rete meteo di ARPA Puglia (<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/serviziometeo>). Si sottolinea, a tal proposito, che la presenza di pioggia, nubi ed elevati livelli di umidità impedisce l'univoca interpretazione del segnale a causa della saturazione del segnale LIDAR indotta dall'elevata retro riflessione del fascio ottico da parte delle gocce di pioggia o vapore acqueo.

In corrispondenza della parte centrale della giornata, corrispondente all'intervallo orario 12:00 – 18:00 UTC del giorno in esame, è inoltre evidente la presenza di una regione caratterizzata da una intensità del segnale LIDAR medio alta (contraddistinta dal colore arancio-giallo) che si estende a quote inferiori a 3 km. La stessa regione è evidente in corrispondenza della prime ore del giorno 16 Ottobre fino alle ore 10:00 UTC (Fig. 2 b).

26 Ottobre: in Fig. 3 è riportato il segnale prodotto dal sistema LIDAR1 DIREZIONE nel giorno 26 Ottobre 2016. Il segnale LIDAR mostra la presenza di una regione caratterizzata da un aumento dell'intensità del segnale (contraddistinto dal colore rosso - arancio) che si estende al di sotto di quota 2 km in corrispondenza dell'intervallo temporale 08:00-14:00 UTC.

Sono inoltre evidenti svariate regioni caratterizzate da forti incrementi nell'intensità del segnale, le cui caratteristiche sono compatibili con la presenza di nubi a bassa quota (in corrispondenza degli intervalli temporali 00:00 -04:00 UTC e 20:00-24:00 UTC), nebbia o condizioni di forte umidità in prossimità del suolo (in corrispondenza dell'intervallo temporale 04:00-08:00 UTC), e precipitazioni (in corrispondenza dell'intervallo temporale 14:00-15:00 UTC). Per le ragioni discusse nella sezione precedente, la presenza di tali fenomeni meteorologici impedisce l'univoca interpretazione del segnale LIDAR.

Gli elevati valori di umidità sono confermati dalle rilevazioni effettuate dalla centralina sita in Taranto appartenente alla rete meteo di ARPA Puglia (<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/serviziometeo>).

Modello previsionale Hysplit

E' stata effettuata, mediante il modello di dispersione HYSPLIT¹, l'analisi delle retro-traiettorie aventi come punto di arrivo il sito di misura (ILVA - Taranto) alle tre quote di riferimento 750 m, 1500 m e

¹ Il modello di dispersione e trasporto HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) è stato sviluppato dal NOAA Air Resources Laboratory (ARL) ed è accessibile online mediante website **READY** (<http://www.ready.noaa.gov>). Nell'ambito del modello, sono stati utilizzati dati archiviati del tipo GDAS del NCEP, che hanno una risoluzione orizzontale di 1°x 1° e una risoluzione temporale di 3 ore. Al fine di valutare l'origine delle masse d'aria che hanno raggiunto il sito di ILVA nei giorni di interesse, sono state considerate le traiettorie all'indietro a 5 giorni (120 ore) aventi come punto di arrivo il sito di misura. Per ogni giorno d'analisi, sono state calcolate 3 traiettorie giunte alle tre quote 750 m, 1500 m e 2500 m presso il sito in esame alle ore 12:00 UTC, con una risoluzione temporale di 12 ore.

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

2500 m, che rappresentano le più probabili estensioni verticali del PBL convettivo nel dominio di interesse secondo quanto suggerito dalle linee guida europee².

- Periodo 15-16 Ottobre: Le retro-traiettorie a 5 giorni delle masse d'aria giunte sul sito di Taranto alle ore 12:00 UTC nei giorni 15-16 Ottobre 2016 (Fig. 4) mostrano come la retro traiettoria relativa al giorno 16 Ottobre lambisca le coste dell'Africa Settentrionale alla quota intermedia di 1500 m.
- Periodo 26 Ottobre: Le retro-traiettorie a 5 giorni delle masse d'aria giunte sul sito di Taranto alle ore 12:00 UTC nel giorno 26 Ottobre 2016 (Fig. 5) mostrano come Taranto sia interessata da intrusione di polvere proveniente dall'Africa centro - settentrionale a tutte e tre le quote considerate.

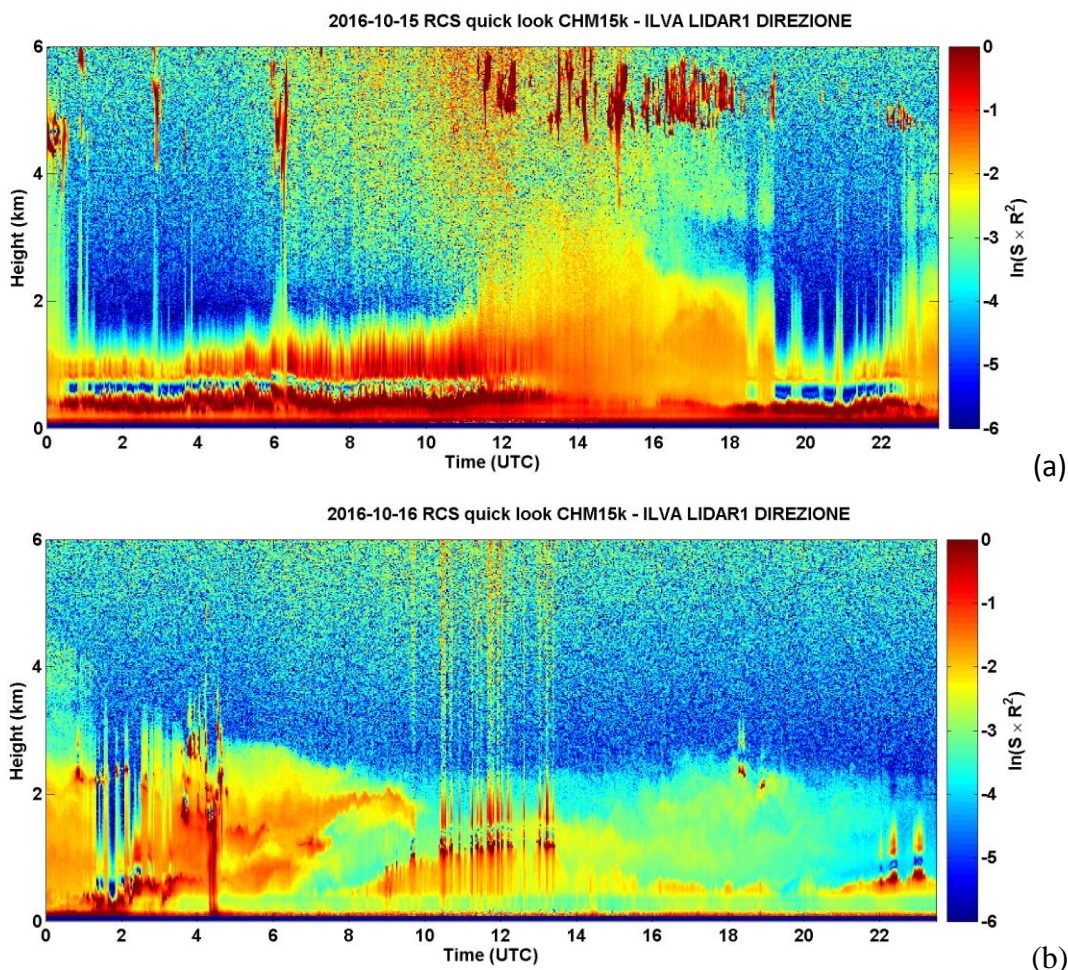


Fig. 2: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 15-16 Ottobre 2016 nell'intervallo di quota 0-6 km.

² COMMISSION STAFF WORKING PAPER establishing guidelines for demonstration and subtraction of exceedances attributable to natural sources under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe (draft 15.02.2011)

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200
 E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it
 PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

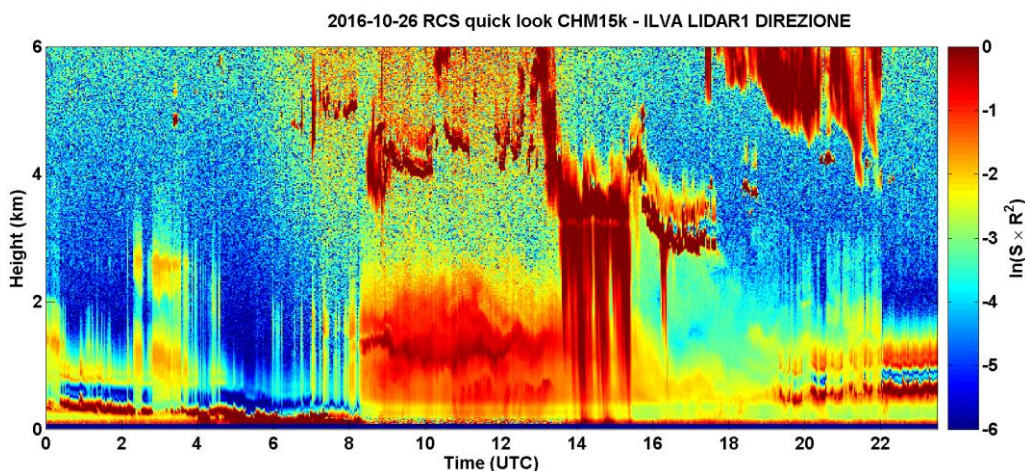


Fig. 3: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE nel giorno 26 Ottobre 2016 nell'intervallo di quota 0-6 km.

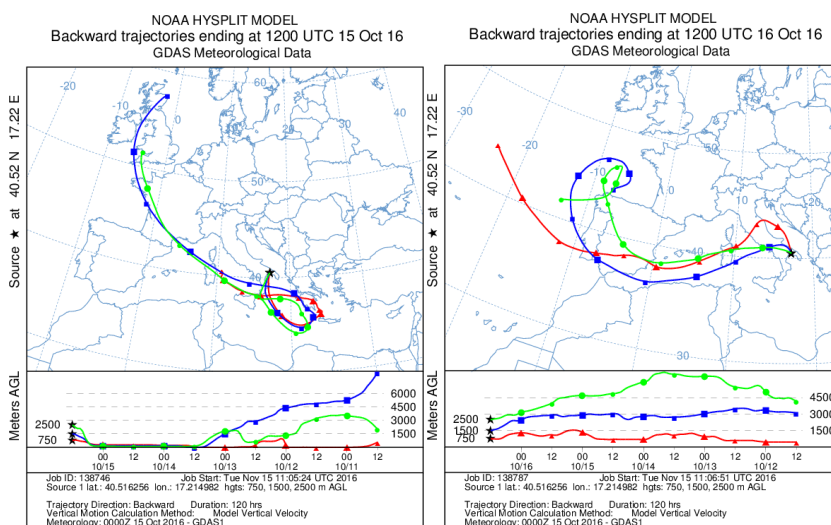


Fig. 4: Retro-traiettorie analitiche di 5 giorni relative alle ore 12:00 UTC dei giorni 15 – 16 Ottobre 2016 sul sito di Taranto calcolate con il modello di dispersione e trasporto HYSPLIT, sviluppato dal NOAA Air Resources Laboratory (ARL) (<http://www.ready.noaa.gov>)

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

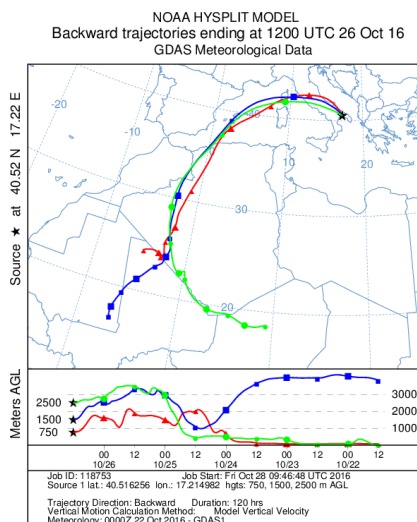


Fig. 5: Retro-traiettorie analitiche di 5 giorni relative alle ore 12:00 UTC del giorno 26 Ottobre 2016 sul sito di Taranto calcolate con il modello di dispersione e trasporto HYSPLIT, sviluppato dal NOAA Air Resources Laboratory (ARL) (<http://www.ready.noaa.gov>)

2.2. SEGNALAZIONE DI EVENTI

Al Servizio Agenti Fisici è pervenuta, dal servizio INFO di ARPA Puglia, una segnalazione circa un evento anomalo relativo alla presenza di nubi marroni sulla città di Taranto nel giorno 06 Ottobre 2016. Si premette, a tal proposito, che le segnalazioni riguardanti misurazioni di IPA non sono considerate ai fini delle analisi basate su dati LIDAR, non essendo questi strumenti in grado di distinguere né quantificare IPA.

Gli orari nelle immagini che seguono sono espresse in orario UTC, mentre la segnalazione è in orario legale (ORA LEGALE = ORA UTC + 2); tali immagini riportano i segnali LIDAR mediati temporalmente su 2 minuti nell'intervallo di quote 0-6 km in un intorno temporale di sei ore comprendente l'orario della segnalazione. La scala di colore varia dal blu al rosso: segnali poco intensi sono indicati dal colore blu (indicativo di bassa concentrazione di aerosol), segnali molto intensi sono indicati dal colore rosso (indicativo di alta concentrazione di aerosol).

Segnalazione del giorno 06 Ottobre 2016:

Per la segnalazione del 06 Ottobre è stata segnalata mediante email alle ore 07:52 la presenza di nubi marroni sulla città di Taranto. Sebbene i dati forniti nelle segnalazioni non consentano una localizzazione spaziale degli eventi segnalati, si è comunque proceduto ad effettuare un'analisi qualitativa dei segnali prodotti dai LIDAR, basata sull'interpretazione del segnale convertito in mappa di colore.

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

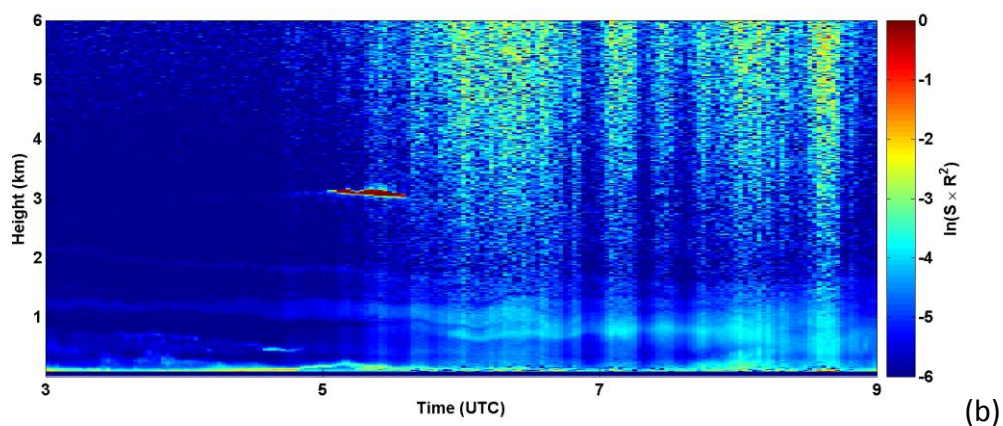
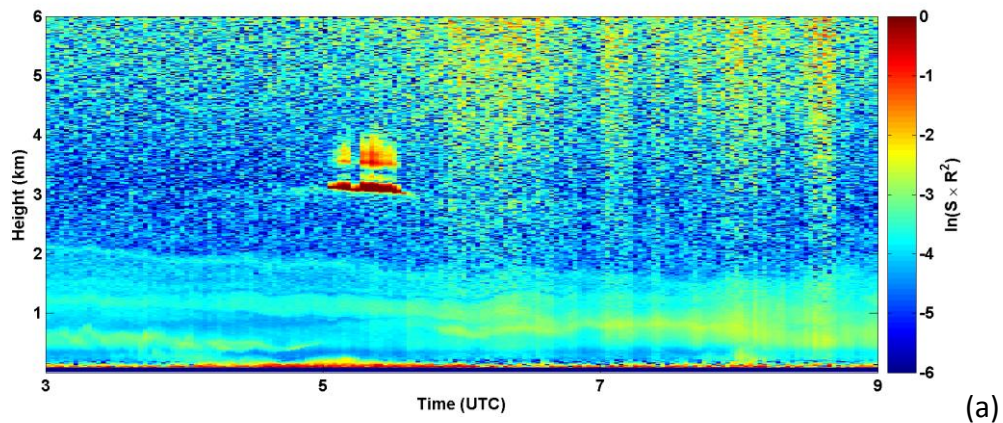
Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

L'analisi dei dati è stata effettuata, in base all'orario segnalato, in un intorno temporale di sei ore centrato attorno all'orario della segnalazione, corrispondente all'intervallo temporale 03:00-09:00 UTC (ovvero dalle ore 05:00 alle ore 11:00 del giorno 06 Ottobre, in ora legale).

Le immagini, riportate in Fig.6, evidenziano la presenza di una regione caratterizzata da un picco di intensità del segnale prodotto dalle stazioni LIDAR a quota 3.0 km nell'intervallo temporale 05:00-05:30 UTC. Tale segnale è compatibile con il passaggio di nubi sui siti di installazione dei LIDAR. È inoltre possibile osservare per tutto il periodo di interesse una stratificazione dell'atmosfera a quote inferiori a 2 km.



DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200
 E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it
 PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

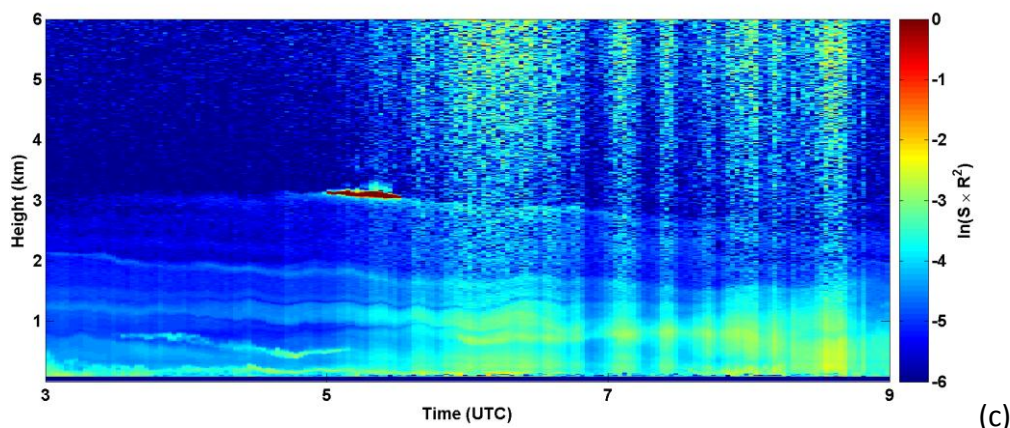


Fig. 6: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE (a), LIDAR2 PARCHI (b) e LIDAR3 AGGLOMERATO (c) per l'intervallo orario 03:00-09:00 UTC del giorno 06.10.16 nell'intervallo 0-6 km. La scala di colore varia dal blu (valori bassi di intensità del segnale) al rosso (valori alti di intensità del segnale).

2.3. VALUTAZIONI SULLO STRATO DI RIMESCOLAMENTO (MLH)

Il parametro MLH è stato ricavato a partire dal segnale LIDAR1 DIREZIONE mediante un algoritmo semi-automatico sviluppato nell'ambito della convenzione in corso tra ARPA Puglia ed ISAC – CNR. Tale algoritmo si basa sulla ricerca delle regioni di discontinuità del segnale, indicative dell'altezza fino alla quale avviene rimescolamento delle emissioni al suolo. Se tali discontinuità non sono evidenti l'altezza del parametro MLH non può essere calcolata ed i dati vengono considerati "non interpretabili"; ciò avviene frequentemente, ma non esclusivamente, in presenza di condizioni atmosferiche sfavorevoli (per esempio in presenza di precipitazioni o nebbie).

I risultati, mostrati in Fig. 7, sono espressi come "giorno tipo" per il mese di OTTOBRE 2016; l'indicatore scelto per la rappresentazione è la media oraria³. Il valore di picco raggiunto risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} = 1077$ m.

I giorni per i quali non è stato possibile estrapolare il parametro MLH sono riassunti in Tabella 1. Il valore massimo (MLH_{max}) dei dati orari per ciascun giorno è invece mostrato in Fig. 8, confrontato con il valore $MLH_{\text{tipo,max}}$ sopra definito.

DATA
1-ott-16
2-ott-16
7-ott-16
10-ott-16
11-ott-16
13-ott-16

³ Il parametro MLH viene estrapolato con periodo temporale pari a 5 min. Per ciascuna misura da 5 min, è stata ricavata la mediana mensile (ove disponibile) da cui è stata poi elaborata la media oraria (media su 12 campioni).

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

18-ott-16
20-ott-16
21-ott-16
23-ott-16
24-ott-16
26-ott-16

Tabella 1: Giorni per i quali non è stato calcolato il parametro MLH

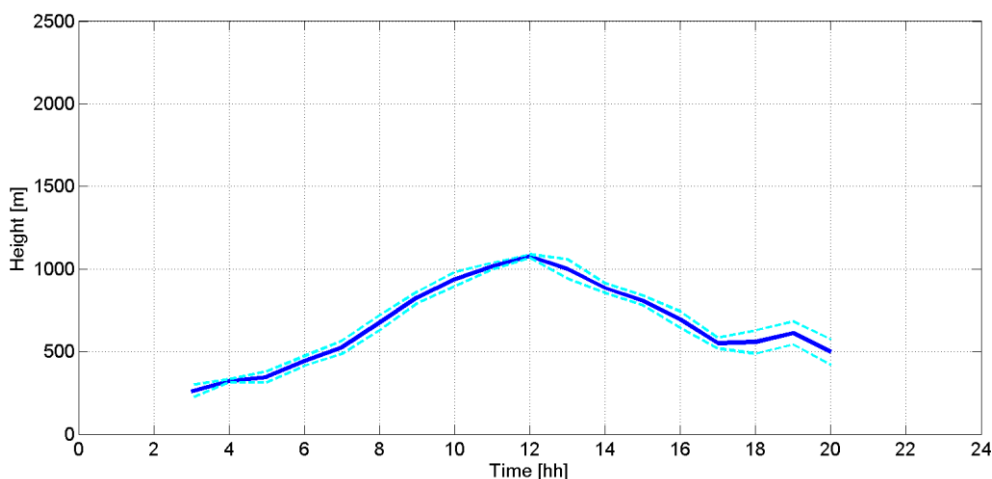


Fig. 7: Giorno tipo del parametro Mixing Layer Height nel mese di OTTOBRE 2016, rappresentato mediante media oraria (linea blu continua) e scarto quadratico medio (linea celeste tratteggiata).

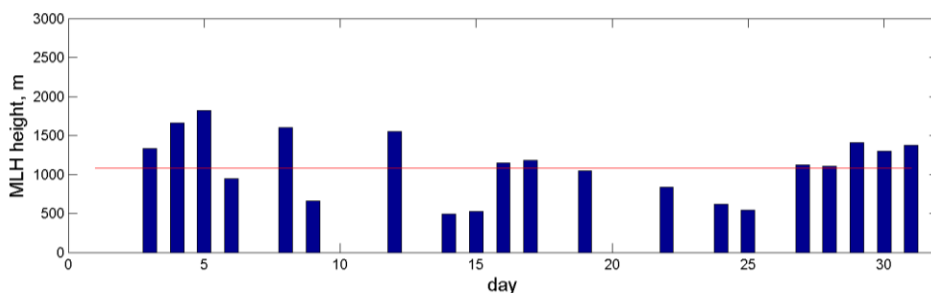


Fig. 8: Valore massimo del parametro MLH giornaliero per il mese di OTTOBRE 2016; la linea rossa continua rappresenta il valore di picco raggiunto dal giorno tipo rappresentato in Fig. 7.

3. Considerazioni finali

Nel mese di OTTOBRE 2016, in base all'analisi dai dati della rete LIDAR installata al perimetro dello stabilimento ILVA, in adempimento della prescrizione N. 85 del Decreto di riesame dell'AIA, è possibile riassumere quanto segue:



ARPA PUGLIA
Agenzia regionale per la prevenzione
e la protezione dell'ambiente

Sede legale

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P.IVA. 05830420724

10/10

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

PEC: agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it

- Eventi di dust: nonostante la presenza di condizioni meteorologiche avverse (caratterizzate dalla presenza di precipitazioni, nubi a bassa quota e nebbia) nei giorni 15 e 26 Ottobre impedisca l'interpretazione univoca del segnale LIDAR in prossimità del suolo, l'analisi qualitativa del segnale LIDAR a quote più alte evidenzia il passaggio di un'incursione di polvere sahariana sul sito industriale nei giorni esaminati nel Paragrafo 2.1, come confermato anche dalle rilevazioni della rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA PUGLIA visualizzabili al link <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/qariainq> per il sito di Taranto;
- Segnalazione di eventi: per la segnalazione del 06.10.16, le immagini LIDAR evidenziano, nella fascia oraria 04:00 – 10:00 UTC, la presenza di aumenti locali di intensità del segnale compatibili con nuvolosità sui siti di installazione dei LIDAR. Si rileva inoltre una stratificazione dell'atmosfera, che rappresenta una condizione atmosferica favorevole al ristagno degli inquinanti.
- Analisi sull'altezza dello strato di rimescolamento MLH: il valore di picco raggiunto dal parametro in esame nel giorno tipo risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} = 1077$ m.

Il Dirigente Responsabile U.O. Agenti Fisici
(Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci)

Il Collaboratore Tecnico Professionale U.O. Agenti Fisici
(Dott.ssa Simona Ottonelli)