



SISTEMA OTTICO SPETTRALE - RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ILVA

REPORT MAGGIO 2016

SERVIZIO AGENTI FISICI

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it

Rete LIDAR ILVA: report mensile MAGGIO 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. Nelle ore diurne, l'estensione del PBL è determinata dal rimescolamento convettivo, pertanto lo strato dominante è lo Strato di Rimescolamento (Mixing Layer, di seguito ML) caratterizzato da un regime turbolento. Nel seguito, l'altezza del ML verrà indicata con l'acronimo MLH (Mixing Layer Height).

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 Agosto 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

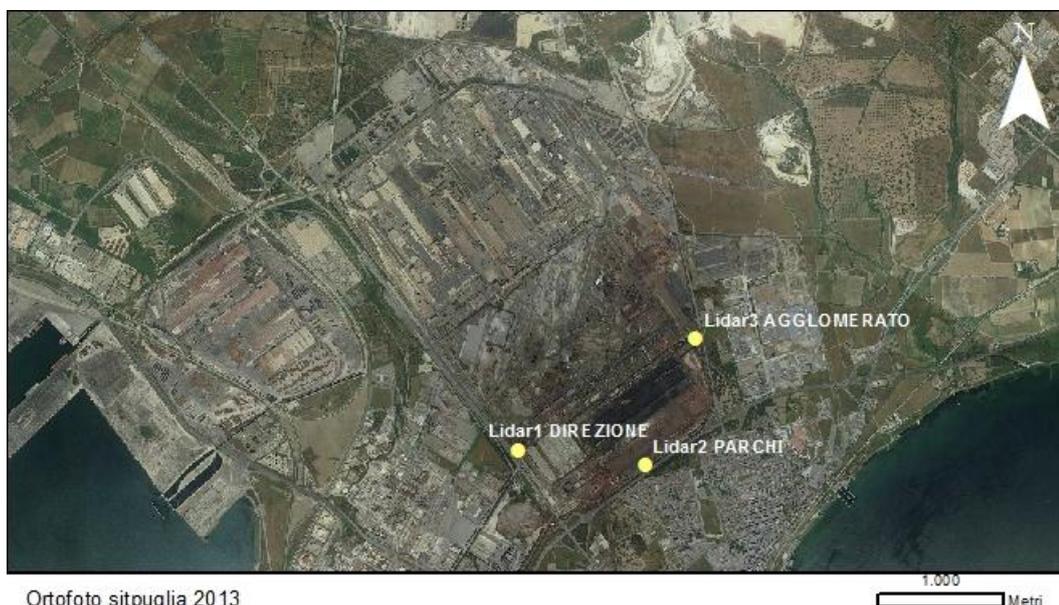
Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

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 MAGGIO 2016

2.1. EVENTI DI DUST

Nel mese di Maggio 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 nel giorno 12 Maggio. Per tale giorno 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).

12 Maggio

In Fig. 2 è mostrato il segnale prodotto dal sistema LIDAR1 DIREZIONE nel giorno 12 Maggio 2016. L'immagine LIDAR mostra la presenza, soprattutto nella parte centrale della giornata, di una regione

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

caratterizzata da segnale intenso (colore giallo - rosso) che si estende a quote inferiori a 4 km. Fa eccezione il segnale nella fascia temporale 03:00-10:00 UTC, le cui caratteristiche sono compatibili con la presenza di nebbia in prossimità del suolo. La presenza di nebbia comporta la saturazione del segnale LIDAR impedendone la corretta visualizzazione ed interpretazione.

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

Le retro-traiettorie a 5 giorni delle masse d'aria giunte sul sito di Taranto alle ore 12:00 UTC nel giorno 12 Maggio 2016 (Fig. 3) mostrano che il capoluogo jonico è interessato da intrusione di polvere proveniente dall'Africa Settentrionale alle due quote più alte.

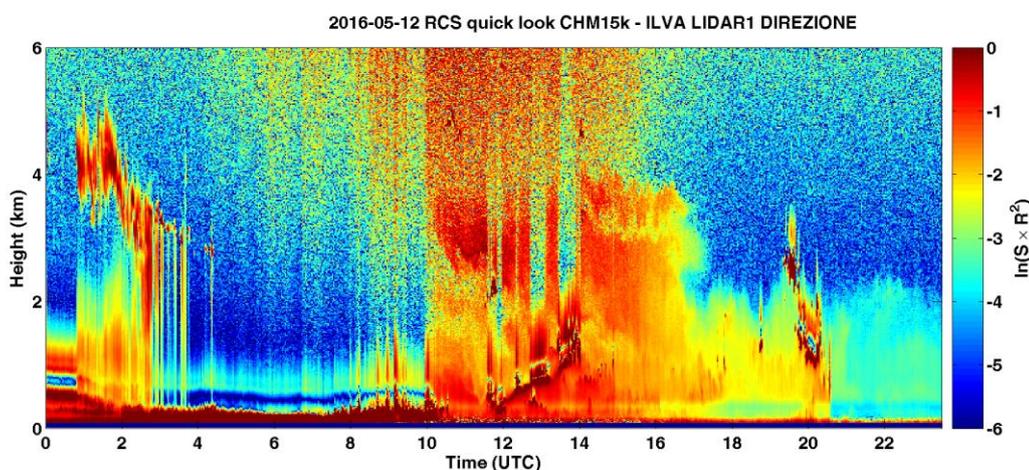


Fig. 2: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE nel giorno 12 Maggio 2016 nell'intervallo di quota 0-6 km.

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 $1^\circ \times 1^\circ$ 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.

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

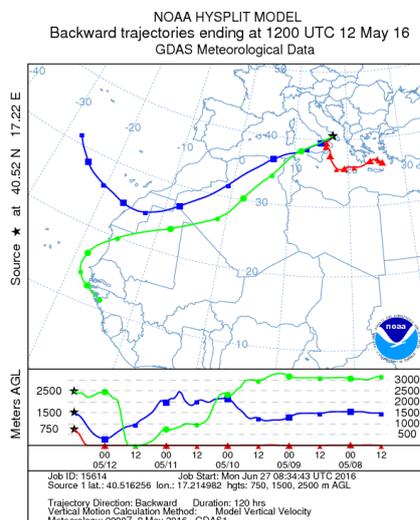


Fig. 3: Retro-traiettorie analitiche di 5 giorni relative alle ore 12:00 UTC del giorno 12 Maggio 2016 sul sito di Taranto calcolate con il modello di dispersione e trasporto HYSPLIT, sviluppato dal NOAA Air Resources Laboratory (ARL) (<http://www.ready.noaa.gov>)

2.2. SEGNALAZIONE DI EVENTI

Al Servizio Agenti Fisici è pervenuta, dal servizio INFO di ARPA Puglia, una segnalazione relativa allo stabilimento ILVA nel mese di Maggio 2016. La segnalazione è riferita alla notte tra il 30 Aprile ed il 01 Maggio 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, essendo valida la relazione ORA LEGALE = ORA UTC + 2, e riportano i segnali LIDAR nell'intervallo di quote 0-6 km in un intorno temporale di sei ore centrato nell'orario della segnalazione.

Segnalazione del 01 Maggio 2016:

Per la notte tra il 30 Aprile ed il 01 Maggio è disponibile un supporto fotografico attestante la presenza di fumi emessi dallo stabilimento industriale.

Sebbene i dati forniti nelle segnalazioni non consentano la definizione della possibile vicinanza dell'evento segnalato ad una delle stazioni LIDAR, si è comunque proceduto ad effettuare un'analisi qualitativa dei segnali prodotti dai LIDAR. Non avendo informazioni specifiche circa l'orario dell'evento segnalato, si assume per convenzione che la fascia temporale di interesse (notturna) sia quella corrispondente alle 00:00-06:00 UTC del 01 Maggio 2016.

DIREZIONE SCIENTIFICA

U.O.S. Agenti Fisici

Corso Trieste 27, 70126 Bari

Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

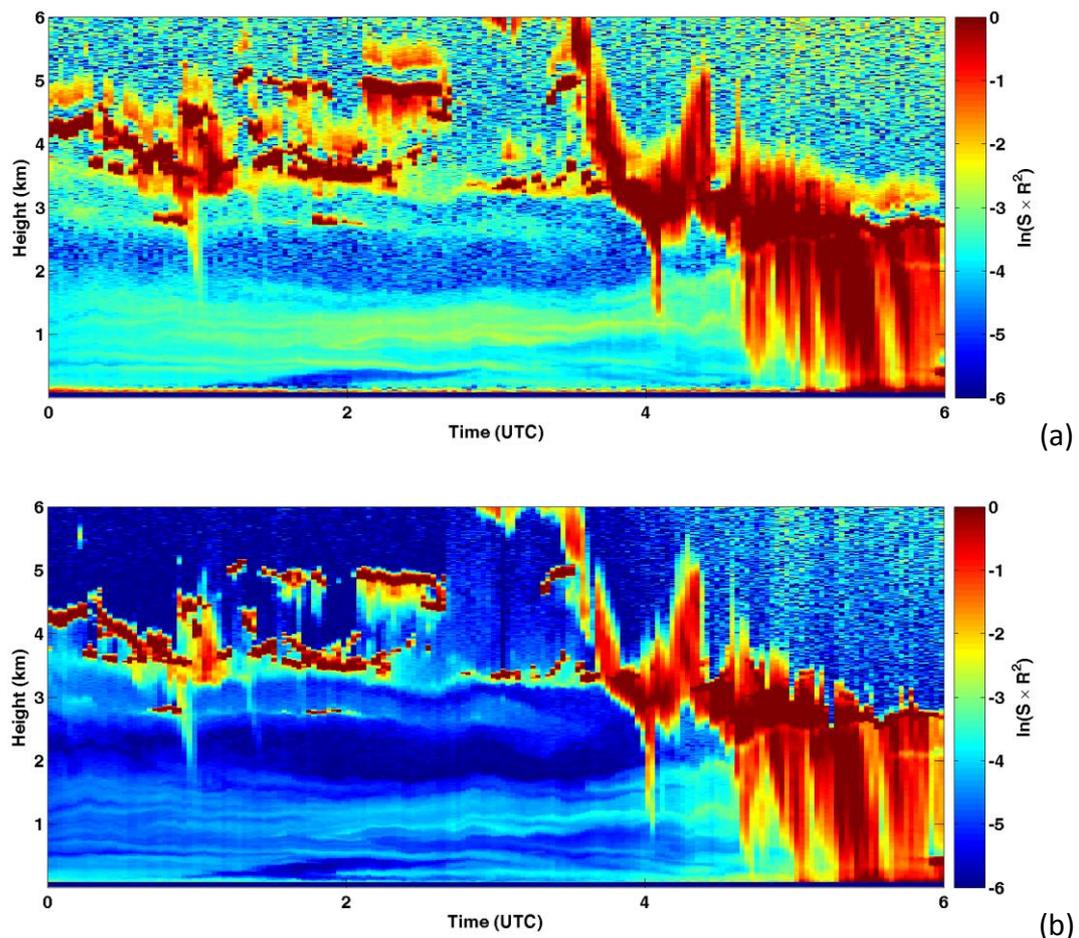
E-mail: a.guarnieri@arpa.puglia.it

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

Dalle immagini, riportate in Fig. 4, si evince la presenza, per tutto il periodo di interesse, di segnale caratterizzato da elevata intensità, compatibile con nuvolosità insistente nella prima parte del periodo considerato e precipitazioni a partire dalle ore 05:00 UTC.

Tale quadro meteorologico è confermato dalle rilevazioni effettuate dalla centralina sita in Taranto appartenente alla rete meteo di ARPA Puglia (<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/serviziometeo>), che evidenzia per il giorno 01/05/16 valori bassi di radiazione solare globale (associati a nuvolosità insistente) e precipitazioni nelle prime ore del mattino.

Essendo nuvolosità insistente e precipitazioni entrambe elementi confondenti ai fini dell'interpretazione univoca del segnale LIDAR, non è possibile effettuare ipotesi circa la presenza di emissioni anomale localizzate in corrispondenza dei siti di installazione dei LIDAR.



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

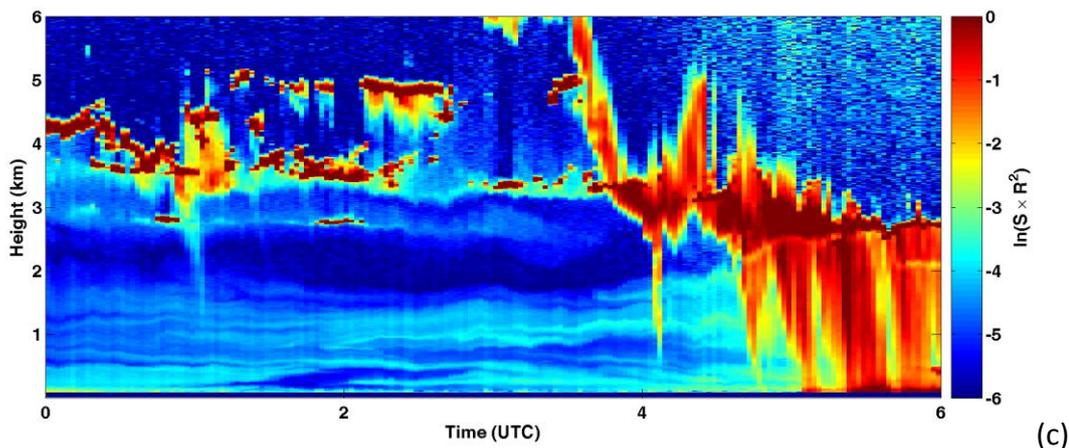


Fig. 4: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE (a), LIDAR2 PARCHI (b) e LIDAR3 AGGLOMERATO (c) per l'intervallo orario 00:00-06:00 UTC del giorno 01.05.16 nell'intervallo 0-6 km. La scala di colore varia dal blu (valori bassi) al rosso (valori alti).

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 preliminari, mostrati in Fig. 5, sono espressi come "giorno tipo" per il mese di MAGGIO 2016; l'indicatore scelto per la rappresentazione è la media oraria³. Il valore di picco raggiunto risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} = 2026.8$ 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. 6, confrontato con il valore $MLH_{\text{tipo,max}}$ sopra definito.

In corrispondenza dei giorni 01 e 12 Maggio, interessati dagli eventi discussi nei Paragrafi precedenti, non è stato possibile valutare l'altezza massima dello strato di rimescolamento.

DATA	NOTE
1-mag-16	dati non interpretabili
2-mag-16	dati non interpretabili

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

3-mag-16	dati non interpretabili
8-mag-16	dati non interpretabili
9-mag-16	dati non interpretabili
10-mag-16	dati non interpretabili
11-mag-16	dati non interpretabili
12-mag-16	dati non interpretabili
14-mag-16	dati non interpretabili
15-mag-16	dati non interpretabili
16-mag-16	dati non interpretabili
17-mag-16	dati non interpretabili
19-mag-16	dati non interpretabili
20-mag-16	dati non interpretabili
23-mag-16	dati non interpretabili
24-mag-16	dati non interpretabili
27-mag-16	dati non interpretabili
28-mag-16	dati non interpretabili
29-mag-16	dati non interpretabili

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

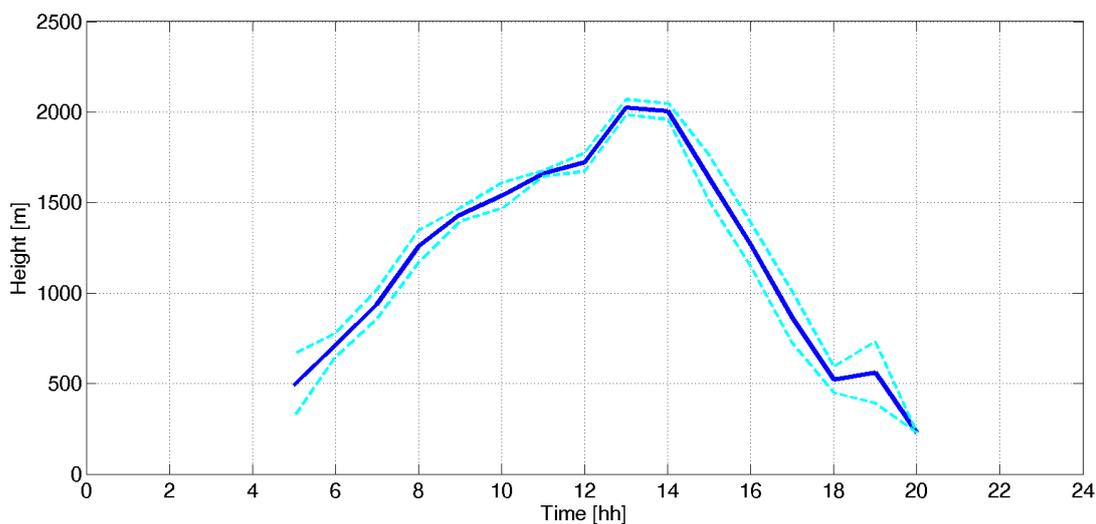


Fig. 5: Giorno tipo del parametro Mixing Layer Height nel mese di MAGGIO 2016, rappresentato mediante media oraria (linea blu continua) e scarto quadratico medio (linea celeste tratteggiata).

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

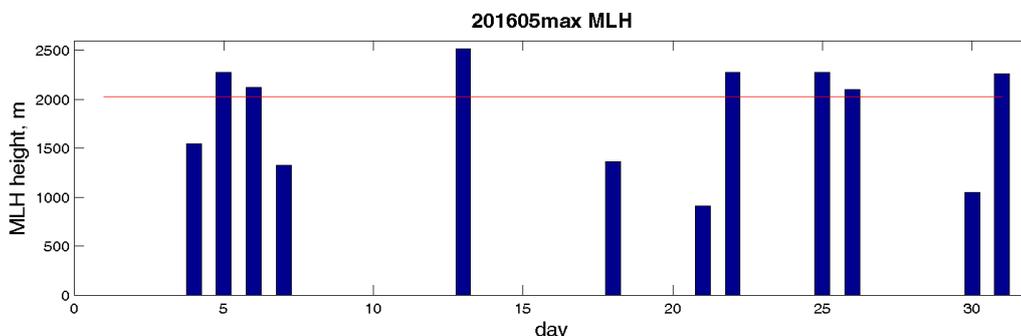


Fig. 6: Valore massimo del parametro MLH giornaliero per il mese di MAGGIO 2016; la linea rossa continua rappresenta il valore di picco raggiunto dal giorno tipo rappresentato in Fig. 5.

3. Considerazioni finali

In premessa, si specifica che l'utilizzo di cieliometri LIDAR per l'osservazione di fenomeni locali in prossimità del suolo è argomento di ricerca scientifica ed è tuttora oggetto di studio in collaborazione con l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR. Si specifica inoltre che la presenza di precipitazioni, nebbie o condizioni di forte umidità a basse quote comporta un notevole aumento del segnale LIDAR, causato dall'aumento del segnale luminoso emesso dalla sorgente laser e retro-riflesso dalle gocce di acqua o vapore acqueo. Ciò introduce un fattore confondente ai fini dell'individuazione di strati di aerosol.

Nel mese di MAGGIO 2016, in base all'analisi dai dati della rete LIDAR installata al perimetro dello stabilimento ILVA è possibile riassumere quanto segue:

- Eventi di dust: il confronto tra segnale LIDAR e output del modello previsionale HYSPLIT evidenzia il passaggio di un'incursione di polvere sahariana sul sito industriale nel periodo 12 Maggio, come d'altronde confermato 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/qariaing> per il sito di Taranto;
- Segnalazione di eventi: nel mese in esame è pervenuta una segnalazione relativa al giorno 01 Maggio. Dalle immagini LIDAR si osserva la presenza di segnale compatibile con nuvolosità insistente e precipitazioni, che sono state confermate dalle rilevazioni effettuate dalla rete meteo di ARPA Puglia e che rappresentano elementi confondenti ai fini dell'interpretazione univoca del segnale LIDAR. Pertanto, non è possibile effettuare ipotesi circa la presenza di emissioni anomale localizzate in corrispondenza dei siti di installazione dei LIDAR.
- Analisi sull'altezza dello strato di rimescolamento MLH: il valore di picco raggiunto dal giorno tipo risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} = 2027$ m. Il parametro è stato calcolato per 12 giorni nel mese in esame.