



# **SISTEMA OTTICO SPETTRALE - RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ILVA**

REPORT APRILE 2016

SERVIZIO AGENTI FISICI

**ARPA PUGLIA**

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

[www.arpa.puglia.it](http://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](http://www.arpa.puglia.it)  
C.F. e P.IVA. 05830420724

1/11

**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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

## Rete LIDAR ILVA: report mensile APRILE 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 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**

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. L'analisi effettuata in corrispondenza di questi giorni, tipicamente, consiste nella valutazione dei segnali LIDAR a basse quote e nella valutazione dei rapporti reciproci tra segnali LIDAR, per evidenziare eventuali differenze tra segnali. In alcuni casi, l'approfondimento può prevedere la valutazione dell'andamento del parametro MLH per i giorni di interesse;
3. approfondimento sul valore del parametro MLH nel mese in esame.



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

## 2. Analisi relativa al mese di APRILE 2016

### 2.1. EVENTI DI DUST

Nel mese di Aprile 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 8 Aprile e 12-13 Aprile. 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).



**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](http://www.arpa.puglia.it)  
C.F. e P.IVA. 05830420724

3/11

**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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

6-8 Aprile: in Fig. 2 è mostrato il segnale prodotto dal sistema LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 06 – 08 Aprile 2016. Le immagini LIDAR mostrano la presenza di uno strato caratterizzato da una maggiore intensità del segnale (colore giallo) a quota compresa tra 2 e 3 km a partire dal pomeriggio del giorno 06 Aprile (Fig. 2 a), che scende a quote inferiori a 2 km a partire dalle 16:00 UTC del giorno 07 Aprile (Fig. 2 b). A partire dalle ore 03:00 UTC del giorno 08 Aprile (Fig. 2 c), le immagini evidenziano la presenza di segnale di intensità elevata in prossimità del suolo. L'aumento di intensità risulta essere compatibile con la presenza di precipitazioni e nubi a bassa quota, che impediscono 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.

12-13 Aprile: in Fig. 3 è mostrato il segnale prodotto dal sistema LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 12 – 13 Aprile 2016. Le immagini LIDAR mostrano, per entrambi i giorni esaminati, la presenza di una regione caratterizzata da segnale intenso (colore giallo - rosso) che si estende a quote inferiori a 4 km. Fa eccezione il segnale nella fascia temporale 04:00-08:00 UTC del giorno 13 Aprile (Fig. 3 b), le cui caratteristiche sono compatibili con la presenza di nebbia in prossimità del suolo. Anche la nebbia comporta la saturazione del segnale LIDAR impedendone la corretta visualizzazione ed interpretazione.

### Modello previsionale Hysplit

E' stata effettuata, mediante il modello di dispersione HYSPLIT<sup>1</sup>, 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 europee<sup>2</sup>.

- Periodo 6-8 Aprile: Le retro-traiettorie a 5 giorni delle masse d'aria giunte sul sito di Taranto alle ore 12:00 UTC nei giorni 22-23 Aprile 2016 (Fig. 4) mostrano che il capoluogo jonico è interessato da intrusione di polvere proveniente dall'Africa Settentrionale inizialmente alla quota più alta (06 Aprile) e successivamente a tutte e tre le quote di interesse (07-08 Aprile).
- Periodo 12-13 Aprile: Le retro-traiettorie a 5 giorni delle masse d'aria giunte sul sito di Taranto alle ore 12:00 UTC nei giorni 12-13 Aprile 2016 (Fig. 5) mostrano che Taranto è interessata da intrusione di polvere proveniente dall'Africa Settentrionale in entrambi i giorni considerati.

<sup>1</sup> 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°× 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.

<sup>2</sup> 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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

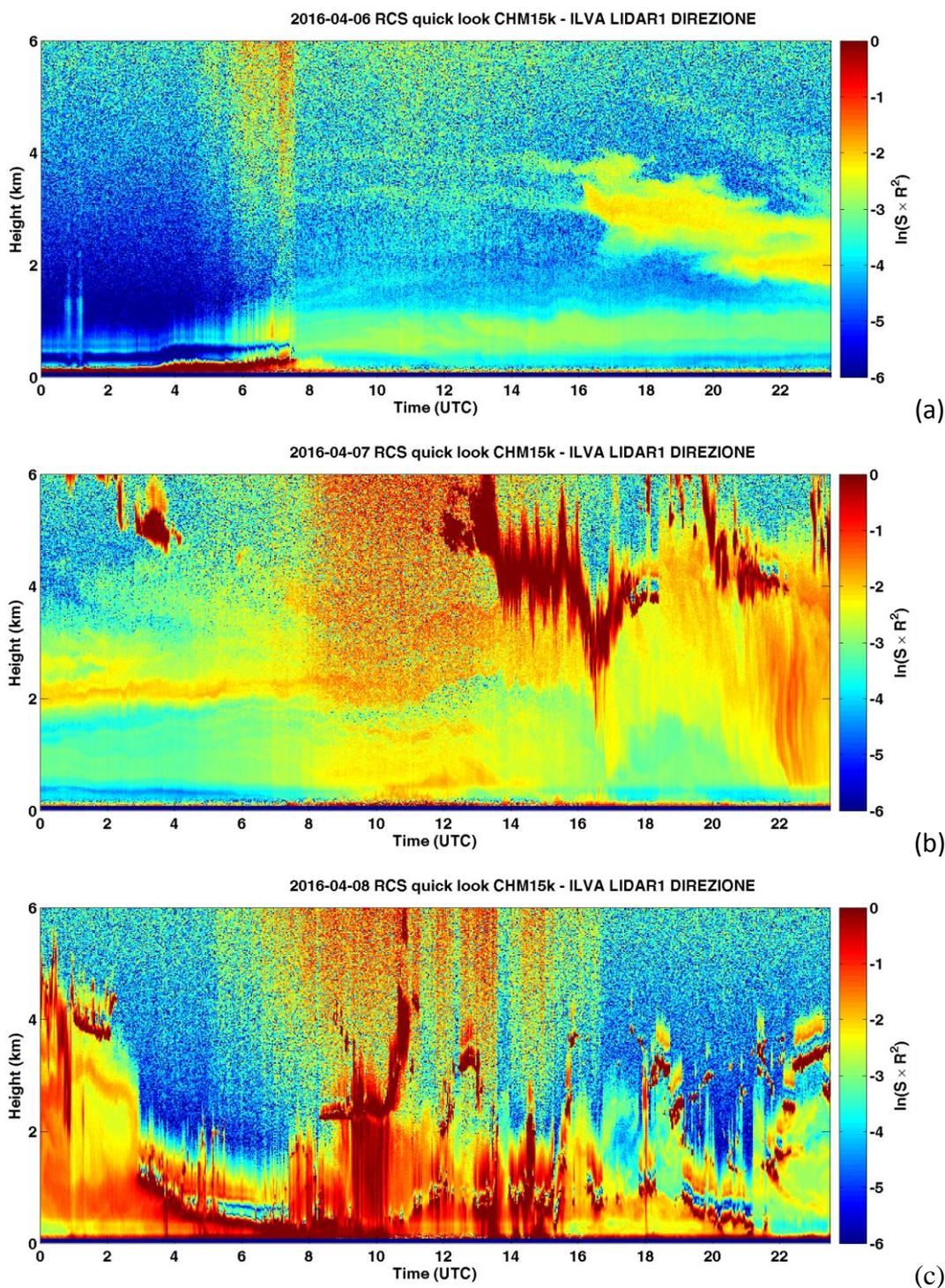


Fig. 2: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 06-08 Aprile 2016 nell'intervallo di quota 0-6 km.

**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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

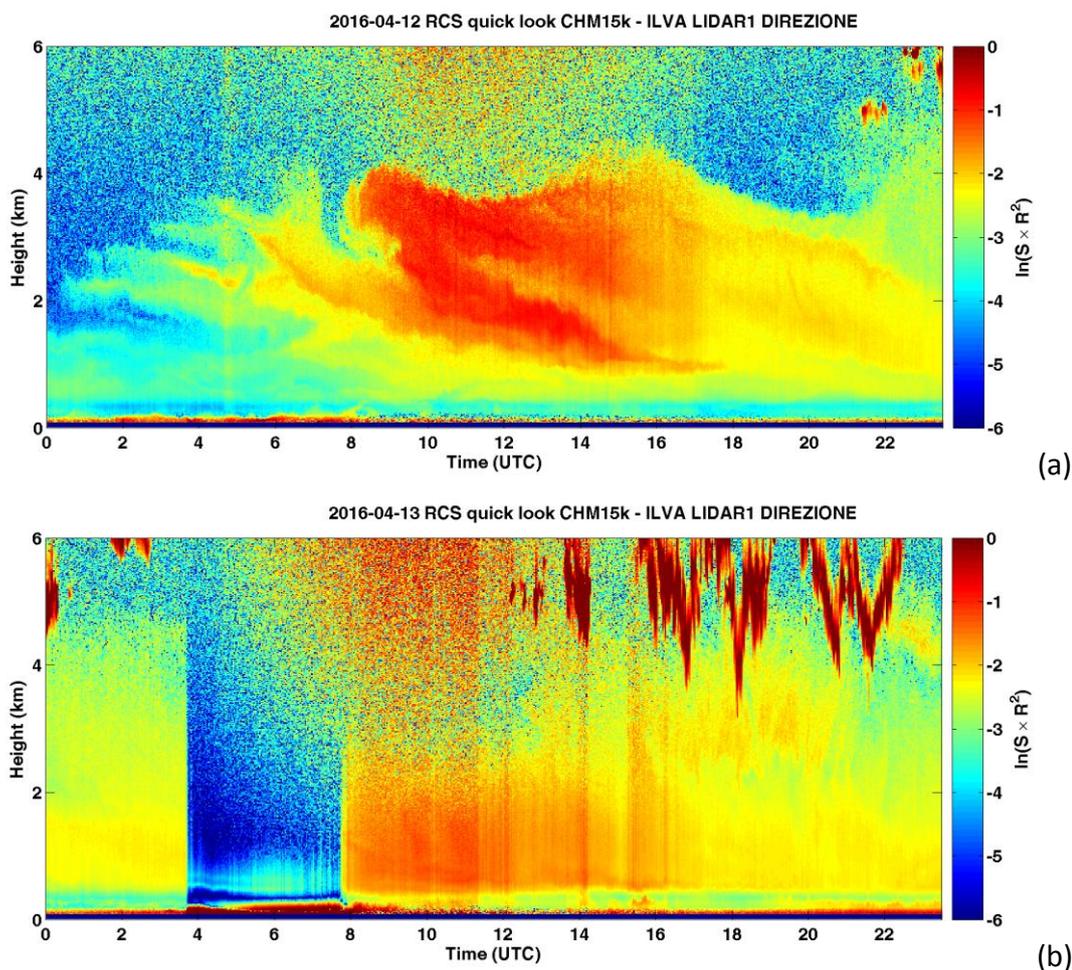


Fig. 3: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1 DIREZIONE nei giorni 12-13 Aprile 2016 nell'intervallo di quota 0-6 km.

**DIREZIONE SCIENTIFICA**

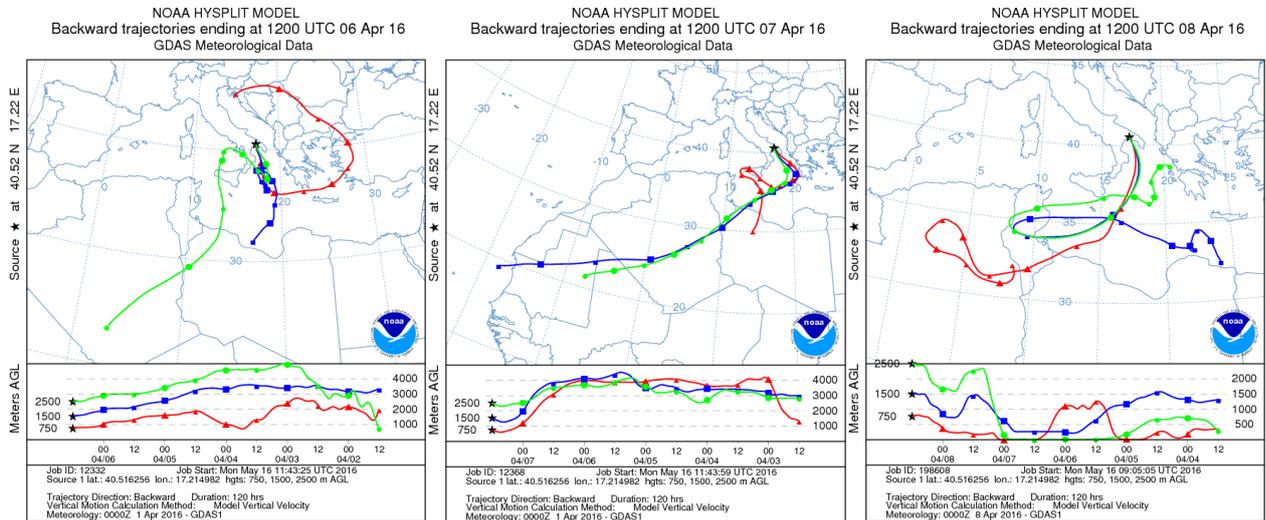
**U.O.S. Agenti Fisici**

Corso Trieste 27, 70126 Bari

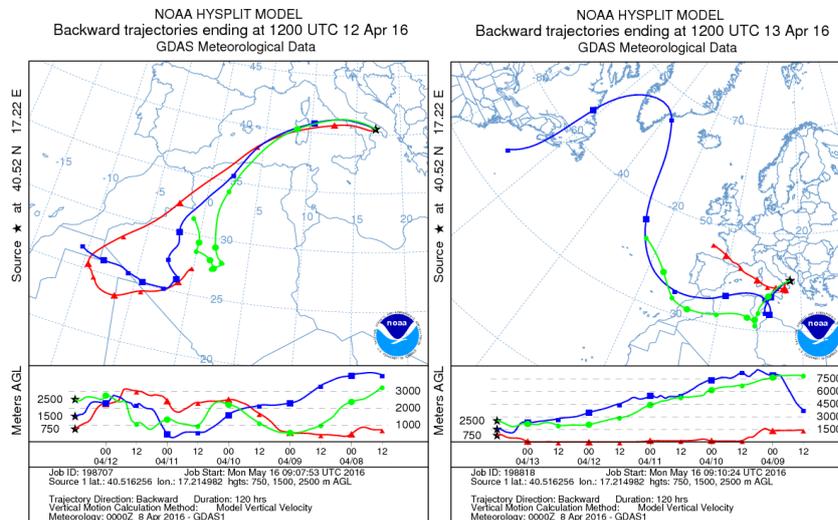
Tel. 080 5460 306 Fax 080 5460200

E-mail: [a.guarnieri@arpa.puglia.it](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)



**Fig. 4: Retro-traiettorie analitiche di 5 giorni relative alle ore 12:00 UTC dei giorni 06 – 08 Aprile 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>)**



**Fig. 5: Retro-traiettorie analitiche di 5 giorni relative alle ore 12:00 UTC dei giorni 12 – 13 Aprile 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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

## 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 Aprile 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.

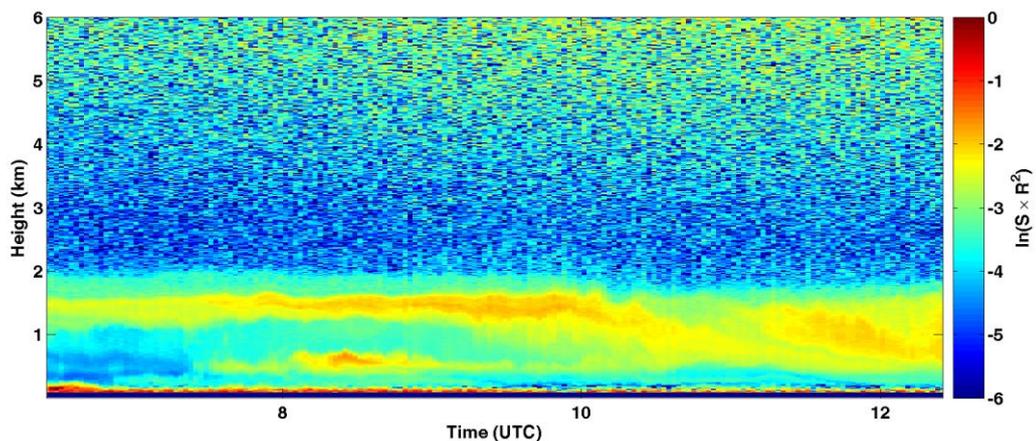
La segnalazione è riferita al giorno 15 Aprile 2016 ora 11:25. Gli orari nelle immagini che seguono sono espresse in orario UTC, essendo valida la relazione ORA LEGALE = ORA UTC + 2, e riportano i segnali LIDAR nell'intervallo di quote 0-6 km ed in un intorno temporale di sei ore centrato nell'orario della segnalazione. Essendo la segnalazione relativa all'orario 11:25 in ora legale, ovvero 09:25 in ora UTC, l'intervallo temporale adoperato per l'analisi è quello compreso tra le 06:25 e le 12:25.

### Segnalazione del 15 Aprile 2016:

Per il giorno 15 Aprile è disponibile un supporto video attestante la presenza di fumo rossastro generatosi dall'interno del perimetro dello stabilimento ILVA.

Sebbene i dati forniti nella segnalazione non consentano di verificare la possibile vicinanza dell'evento segnalato ad una delle stazioni LIDAR, si è comunque proceduto ad effettuare un'analisi qualitativa dei segnali prodotti dai LIDAR.

Dalle immagini, riportate in Fig. 6, si osserva l'assenza di elementi perturbanti (nubi, precipitazioni, nebbia) e la presenza di un sottile strato caratterizzato da maggiore intensità (colore giallo-arancio) che risulta evidente a quota 1 km intorno alle ore 10:00 UTC (12:00 ora legale) per il LIDAR2- PARCHI (Fig. 6 b) e LIDAR3-AGGLOMERATO (Fig. 6 c), ed a quota 0.7 km intorno alle ore 08:30 UTC (10:30 ora legale) per il LIDAR1-DIREZIONE (Fig. 6 a). Si evidenzia, inoltre, nel segnale prodotto dal sistema LIDAR3-AGGLOMERATO ( Fig. 6 c), la presenza di picchi a quote inferiori a 700 m prima delle ore 08:00 UTC (10:00 ora legale).



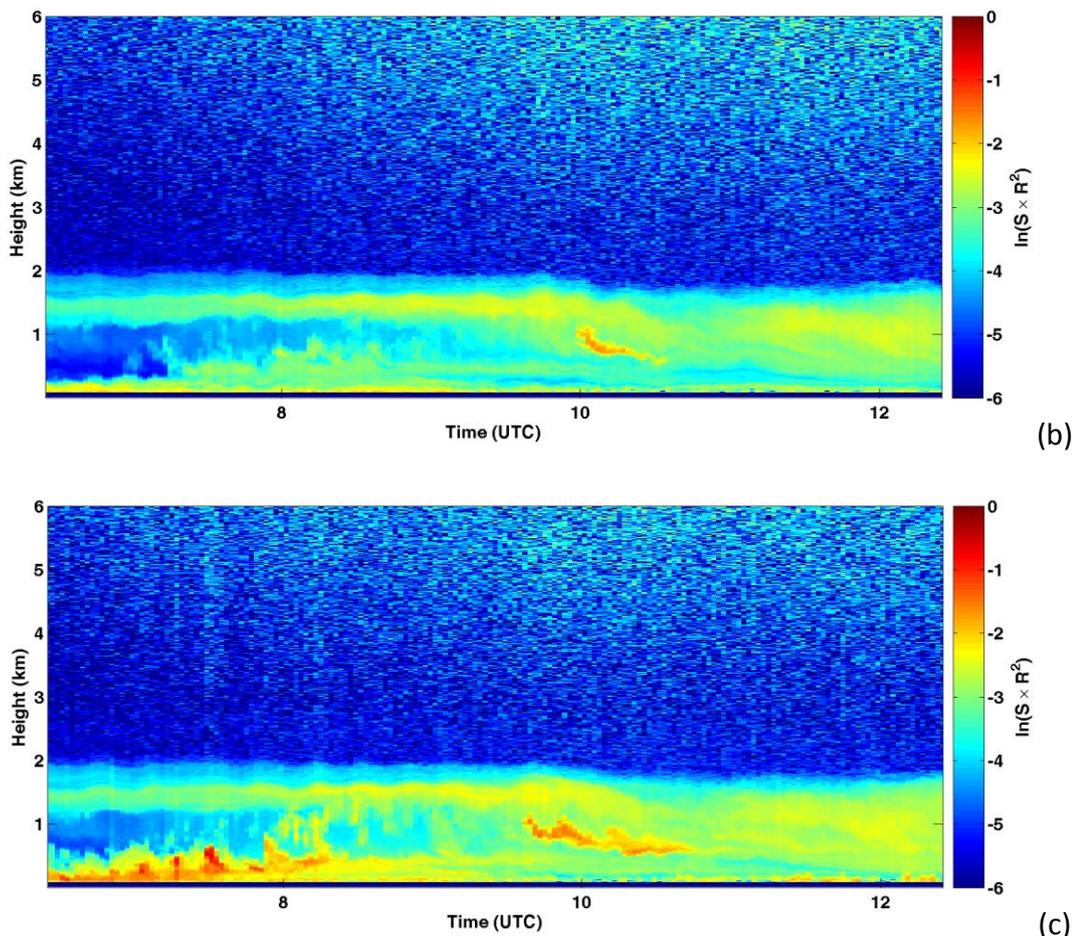


Fig. 6: Logaritmo del segnale RCS (Range Corrected Signal) prodotto da LIDAR1-DIREZIONE (a), LIDAR2-PARCHI (b) e LIDAR3-AGGLOMERATO (c) per l'intervallo orario 06:25-12:25 UTC del giorno 15.04.16 nell'intervallo 0-6 km.

### 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.

I risultati preliminari, mostrati in Fig. 7, sono espressi come "giorno tipo" per il mese di APRILE 2016; l'indicatore scelto per la rappresentazione è la media oraria<sup>3</sup>. Il valore di picco raggiunto risulta essere  $MLH_{\text{tipo,max}} = 1270$  m.

Si sottolinea come tali valutazioni possano essere effettuate solo in presenza di cielo pulito oppure in presenza di sporadiche nubi/nebbie/precipitazioni/avvezioni nel corso della giornata.

I giorni per i quali non è stato possibile estrapolare il parametro MLH sono riassunti in Tabella 1. A tal proposito, si osserva che in corrispondenza dei giorni discussi nei paragrafi precedenti, interessati

<sup>3</sup> 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).



**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](http://www.arpa.puglia.it)  
C.F. e P.IVA. 05830420724

9/11

**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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

dall'intrusione di polvere sahariana precedente oppure da segnalazione di eventi anomali, non è stato possibile calcolare il parametro MLH.

Il valore massimo ( $MLH_{max}$ ) dei dati orari per ciascun giorno è invece mostrato in Fig. 8, confrontato con il valore  $MLH_{tipo,max}$  sopra definito.

| DATA      | NOTE                    |
|-----------|-------------------------|
| 3-apr-16  | dati non interpretabili |
| 4-apr-16  | dati non interpretabili |
| 5-apr-16  | dati non interpretabili |
| 6-apr-16  | dati non interpretabili |
| 7-apr-16  | dati non interpretabili |
| 8-apr-16  | precipitazioni          |
| 9-apr-16  | dati non interpretabili |
| 10-apr-16 | precipitazioni          |
| 12-apr-16 | dati non interpretabili |
| 13-apr-16 | dati non interpretabili |
| 14-apr-16 | dati non interpretabili |
| 15-apr-16 | dati non interpretabili |
| 16-apr-16 | dati non interpretabili |
| 19-apr-16 | dati non interpretabili |
| 22-apr-16 | dati non interpretabili |
| 23-apr-16 | dati non interpretabili |
| 24-apr-16 | dati non interpretabili |
| 25-apr-16 | precipitazioni          |

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

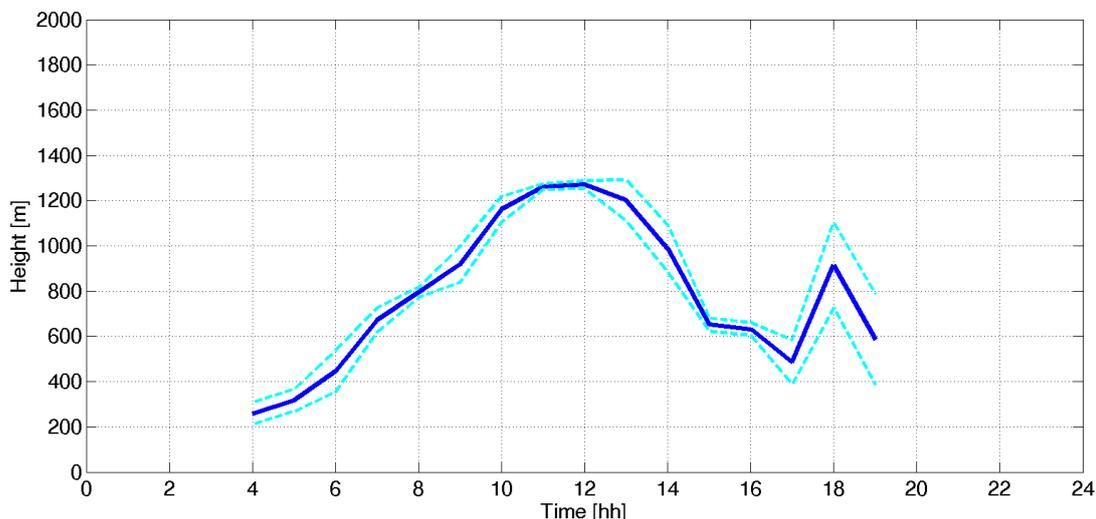


Fig. 7: Giorno tipo del parametro Mixing Layer Height nel mese di APRILE 2016, rappresentato mediante media oraria (linea blu continua) e scarto quadratico medio (linea celeste tratteggiata).

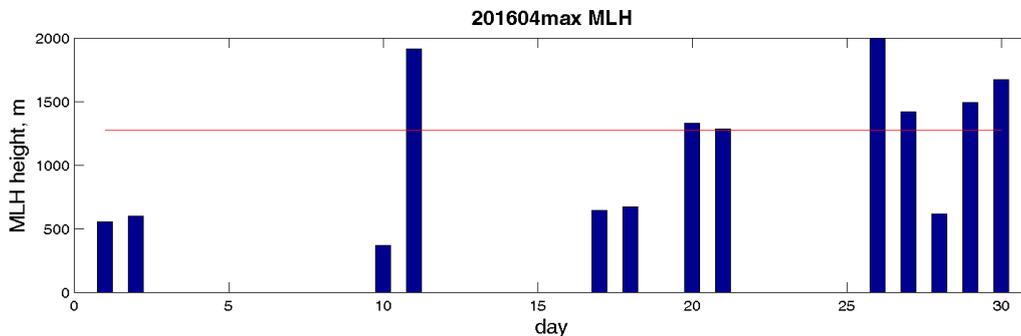


Fig. 8: Valore massimo del parametro MLH giornaliero per il mese di APRILE 2016; la linea rossa continua rappresenta il valore di picco raggiunto dal giorno tipo rappresentato in Fig. 7.

### 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 APRILE 2016, in base all'analisi dai dati della rete LIDAR installata al perimetro dello stabilimento ILVA 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](http://www.arpa.puglia.it)  
C.F. e P.IVA. 05830420724

11/11

**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](mailto:a.guarnieri@arpa.puglia.it)

PEC: [agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it](mailto:agenti.fisici.arpapuglia@pec.rupar.puglia.it)

- 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 – 13 Aprile, 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/qariainq> per il sito di Taranto. Per quanto riguarda il giorno 08 Aprile, la presenza di precipitazioni e nubi a basse quote impedisce l'interpretazione univoca del segnale LIDAR; tuttavia il confronto con i modelli previsionali e l'analisi dell'evoluzione del segnale LIDAR nei due giorni precedenti (06-07 Aprile) rende compatibile il segnale osservato con il passaggio di un'avvezione sahariana nel giorno considerato.
- Segnalazione di eventi: nel mese in esame è pervenuta una segnalazione relativa al giorno 15 Aprile. Dalle immagini LIDAR si osserva la presenza di uno strato caratterizzato da maggiore intensità del segnale ad orari compatibili con l'evento segnalato.
- Analisi sull'altezza dello strato di rimescolamento MLH: il parametro in esame è stato estrapolato per 12 giorni nel mese in esame. Il valore di picco raggiunto dal giorno tipo risulta essere  $MLH_{\text{tipo,max}} = 1270$  m.