



SISTEMA OTTICO SPETTRALE - RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ILVA

REPORT MARZO 2018

SERVIZIO AGENTI FISICI

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it

Rete LIDAR ILVA: report mensile MARZO 2018

1. Descrizione della rete ottico-spetttrale LIDAR

I LIDAR della rete ILVA, posizionati come indicato in Fig. 1, sono prodotti dalla Lufft mod. CHM15k – Nimbus.

L'installazione dei sistemi LIDAR di tipo Ceilometer installati in ILVA è avvenuta in ottemperanza alla prescrizione n.85 del Decreto di riesame dell'AIA del 26.10.12, con l'obiettivo di creare un sistema di monitoraggio perimetrale ottico-spetttrale costituito da 5 sistemi DOAS (*Differential Optical Absorption Spectroscopy*) e 3 sistemi LIDAR (*Light Detection and Ranging*).

ARPA Puglia è stata incaricata, in base all'art.4 lettera c) del “*Contratto di comodato tra ILVA S.p.A. e ARPA Puglia per l'utilizzazione e la gestione delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria e per il sistema di monitoraggio ottico-spetttrale di optical fence monitoring*” (Delibera del Direttore Generale ARPA Puglia n.407 del 07.08.2013, rinnovata con Delibera del Direttore Generale ARPA Puglia n.187 del 04.03.2016), di produrre report mensili riguardanti l'analisi dei dati prodotti dalle tre stazioni LIDAR installate lungo il perimetro dello stabilimento industriale.

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.

Convertendo il valore corrispondente all'intensità di tale segnale in scala di colore, è possibile visualizzare in modo immediato ed efficace l'eventuale presenza di “ostacoli” (aerosol, nubi, etc.) lungo il percorso ottico del fascio laser. Selezionando, ad esempio, una scala di colore variabile dal blu al rosso, si riscontra quanto segue: segnali LIDAR poco intensi (solitamente associati ad atmosfera pulita) sono indicati dal colore blu, segnali LIDAR molto intensi (solitamente associati alla presenza di nubi o precipitazioni) sono indicati dal colore rosso, indice della saturazione del segnale LIDAR indotta dall'elevata retro riflessione del fascio ottico da parte delle gocce di vapore acqueo/acqua.

Si specifica che i dispositivi LIDAR Ceilometer, ovvero del tipo installato in ILVA, sono normalmente impiegati per applicazioni meteorologiche in quanto consentono di ricavare utili informazioni circa le caratteristiche della colonna d'aria sovrastante lo strumento e pertanto di individuare la presenza degli “ostacoli” di cui sopra, ovvero nuvole, banchi di nebbia o strati di aerosol (senza tuttavia distinguere se si tratti di aerosol di origine naturale o antropica).

Si sottolinea altresì, come già riportato nei report precedentemente pubblicati sul sito web di ARPA Puglia al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/does_lidar, che l'analisi dei dati LIDAR non è né automatica né immediata e che l'impiego di un LIDAR Ceilometer per la caratterizzazione dell'aerosol

presente in un sito industriale costituisce un'attività di frontiera ed è oggetto di studio e di ricerca nell'ambito della comunità scientifica.

Altrettanto importante risulta essere la capacità del LIDAR di ricavare l'altezza dello Strato Limite Planetario (*Planetary Boundary Layer - PBL*), parametro che riveste un ruolo rilevante 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 con il supporto di ISAC-CNR, consente di estrapolare, a partire dai dati LIDAR, l'altezza dello Strato di Rimescolamento (*Mixing Layer Height*, di seguito MLH), parametro in grado di descrivere il PBL in orari diurni.

Nel presente report sono riportate le elaborazioni/analisi dei dati prodotti dalla rete LIDAR nel mese di Marzo 2018, con l'obiettivo di:

- visualizzare il segnale giornaliero prodotto dalla rete LIDAR;
- approfondire il segnale giornaliero in occasione dei giorni con incursioni al suolo di polveri sahariane (segnalate dal Centro Regionale Aria di ARPA PUGLIA sulla base delle rilevazioni effettuate dalla rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria). Viene inoltre approfondita l'analisi del segnale in caso di segnalazioni di eventi anomali riscontrati dal CRA (Centro Regionale Aria) di ARPA PUGLIA;
- stima dell'altezza dello strato di rimescolamento (MLH) caratterizzante il mese in esame.



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

2. Segnale prodotto dalla rete LIDAR

Il segnale LIDAR giornaliero per il mese in esame è riportato in Allegato per ciascuna delle tre stazioni della rete strumentale.

Il segnale è espresso in forma logaritmica, normalizzato per la distanza (RCS - Range Corrected Signal) e mediato temporalmente su 2 minuti. La scala temporale adoperata è di tipo UTC (Universal-Time-Control), mentre la quota massima indicata è 6 km. La scala di colore indicata in legenda varia dal blu (bassa intensità del segnale) al rosso (alta intensità del segnale).

Dall'analisi del segnale Lidar nel mese considerato si evidenzia:

- assenza di dati registrati dalla stazione LIDAR1-DIREZIONE nell'intervallo orario 13:31-23:59 del giorno 27/03/18 e dalla stazione LIDAR3-AGGLOMERATO nell'intervallo orario 11:57-23:59 del giorno 02/03/18 a causa di un blocco nell'acquisizione dei dati;
- segnale compatibile con la presenza di nubi sui siti di installazione dei Lidar in tutti i giorni di Marzo 2018 fatta eccezione per il giorno 28 Marzo, caratterizzato al contrario da cielo pressoché pulito;
- segnale compatibile con la presenza di precipitazioni nei giorni 1-3, 5-7, 12, 18, 20-27 Marzo sui siti di installazione dei Lidar.

Si sottolinea, a tal proposito, che la presenza di precipitazioni, nubi o elevati livelli di umidità può rappresentare un elemento confondente nell'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.

3. Analisi dei dati del mese di Marzo 2018

3.1. Eventi di dust

Nel mese in esame la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, gestite dal Centro Regionale Aria di ARPA PUGLIA ha rilevato la ricaduta al suolo di sabbie sahariane sul territorio regionale nei giorni 1-2 Marzo e 16-17 Marzo 2018. Tali eventi sono discussi separatamente nei paragrafi seguenti.

1-2 Marzo 2018:

Per entrambi i giorni in questione si rilevano regioni caratterizzate da una elevata intensità del segnale compatibili con la presenza di nuvolosità a bassa quota, umidità in prossimità del suolo e sporadiche precipitazioni, elementi confondenti che pertanto non consentono di effettuare un'interpretazione univoca del segnale LIDAR.

16-17 Marzo 2018:

Per entrambi i giorni in questione si rilevano regioni caratterizzata da intensità elevata, compatibile con la presenza persistente di nubi ed elevati livelli di umidità in prossimità del suolo. Quest'ultima condizione è particolarmente evidente tra le ore 16:00 UTC del giorno 16/03/18 e le ore 04:00 UTC del giorno 17/03/18, come si evince dallo strato rosso in prossimità del suolo causato della saturazione del

segnale LIDAR indotta dall'elevata retro riflessione del fascio ottico da parte delle gocce di vapore acqueo.

Escludendo dall'analisi questo intervallo intemporale, è comunque possibile individuare una regione caratterizzata da un incremento di intensità (colore giallo - rosso) che si estende dal suolo a quote inferiori a 4 km e che risulta essere compatibile con la presenza di polvere desertica.

3.2. Eventi anomali

Nel mese in esame, non sono pervenute dal servizio Ufficio Relazioni con il Pubblico di ARPA Puglia segnalazioni di possibili eventi anomali.

3.3. Altezza dello strato di rimescolamento

Il parametro MLH è stato ricavato a partire dal segnale LIDAR1 DIREZIONE mediante un algoritmo semi-automatico sviluppato nell'ambito della convenzione 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 giorni per i quali non è stato possibile stimare il parametro MLH sono riassunti in Tabella 1.

I risultati, mostrati in Fig. 3, sono espressi come "giorno tipo" per il mese di MARZO 2018; l'indicatore scelto per la rappresentazione è la media oraria in un intervallo di confidenza definito dai quartili, corrispondenti ad una deviazione standard.

Il valore di picco raggiunto risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} \sim 1022$ m.

DATA
1-mar-18
2-mar-18
3-mar-18
5-mar-18
7-mar-18
12-mar-18
15-mar-18
18-mar-18
19-mar-18
20-mar-18
21-mar-18
22-mar-18
23-mar-18
24-mar-18

25-mar-18
26-mar-18

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

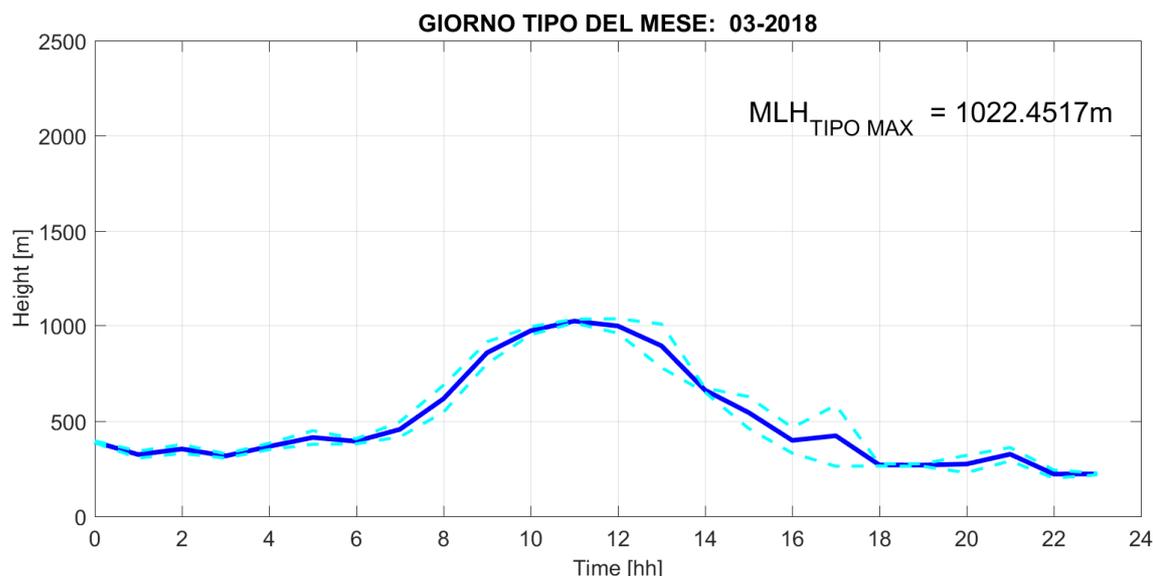


Fig. 2: Giorno tipo del parametro Mixing Layer Height nel mese di MARZO 2018, rappresentato mediante media oraria (linea blu continua), e quartili corrispondenti ad una deviazione standard (linee celesti tratteggiate).

4. Conclusioni

Nel mese di MARZO 2018, 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:

- segnale compatibile con la presenza di nubi o precipitazioni sui siti di installazione dei Lidar in tutti i giorni di Marzo 2018 fatta eccezione per il giorno 28 Marzo;
- segnalazione di giorni interessati da ricaduta al suolo di sabbie sahariane sul territorio regionale da parte del Centro Regionale Aria di ARPA PUGLIA, nei giorni 1-2 e 16-17 Marzo 2018. Per tutti i giorni in questione è evidente la presenza di aumenti di intensità compatibili con nuvolosità a bassa quota, elevata umidità al suolo e sporadiche precipitazioni. Nonostante la presenza di tali elementi, confondenti ai fini di una univoca interpretazione del segnale LIDAR, è possibile individuare nel corso del secondo evento (16-17 Marzo 2018) una regione caratterizzata da un incremento di intensità nella fascia di quota che si estende dal suolo a 4 km, che risulta essere compatibile con la presenza di polvere desertica.
- Analisi sull'altezza dello strato di rimescolamento MLH: i segnali LIDAR risultano difficilmente interpretabili per circa il 52% dei giorni del mese in esame a causa dell'assenza di evidenti e

univoche regioni di discontinuità. Il valore di picco raggiunto dal parametro in esame nel giorno tipo risulta essere $ML_{H_{tipo,max}} \sim 1022$ m.

Il Direttore Scientifico ff
(Dott. Nicola Ungaro)

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

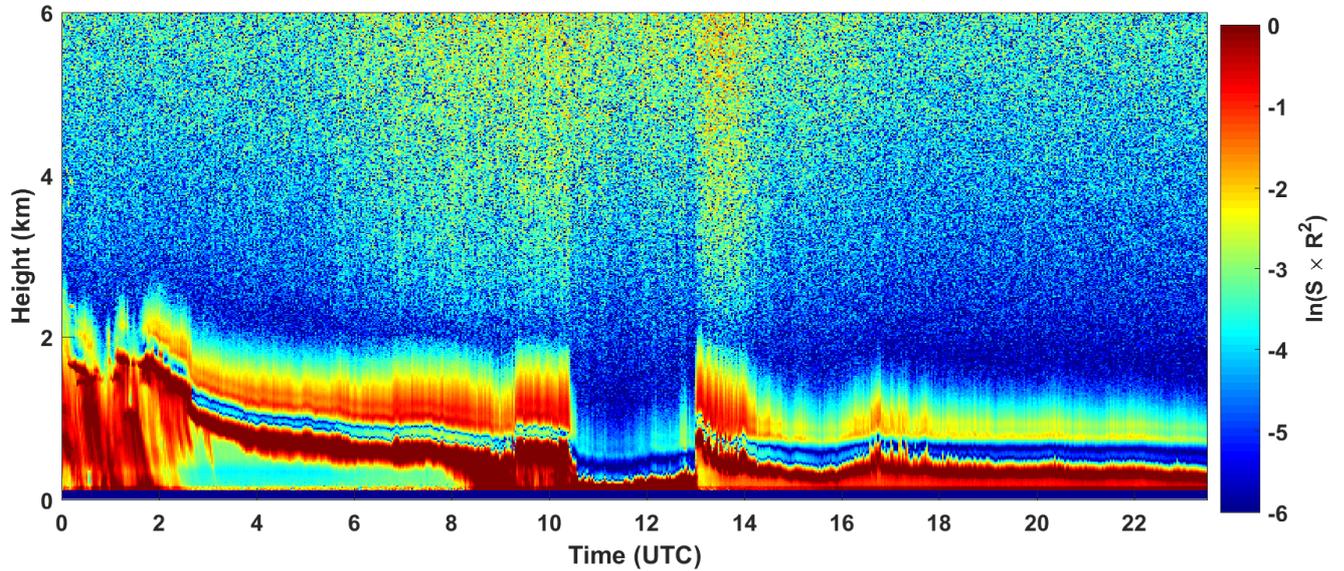
Il Collaboratore Tecnico Professionale U.O. Agenti Fisici
(Dott.ssa Simona Ottonelli)

Simona Ottonelli

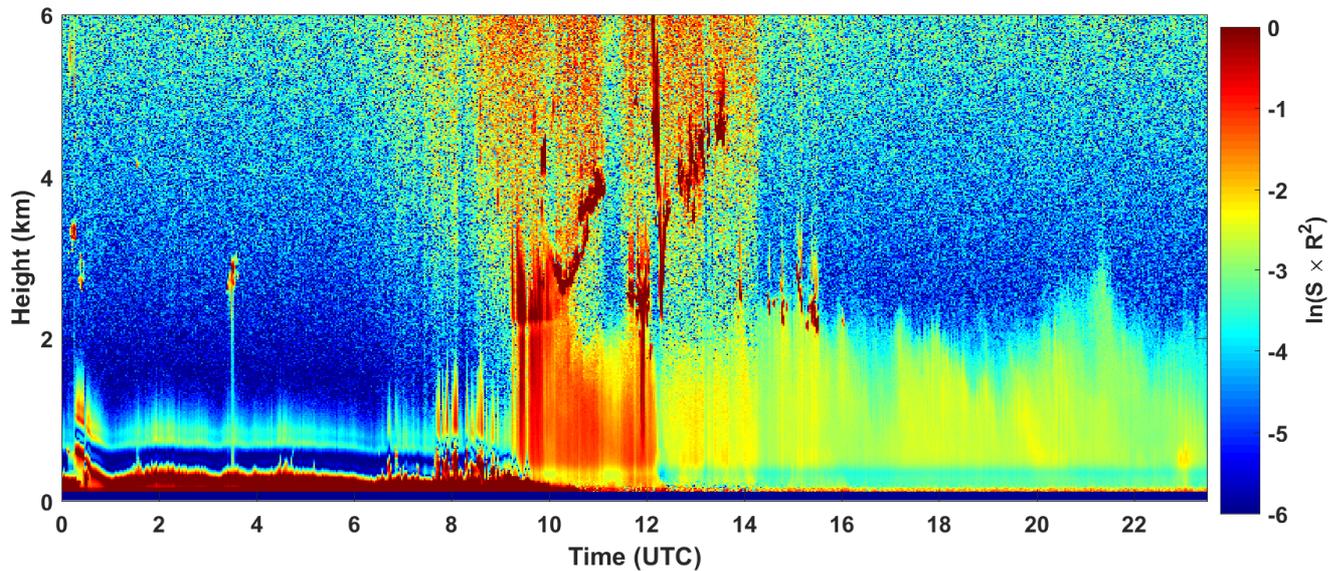
ALLEGATO AL REPORT LIDAR – MARZO 2018

SEGNALE LIDAR1 DIREZIONE

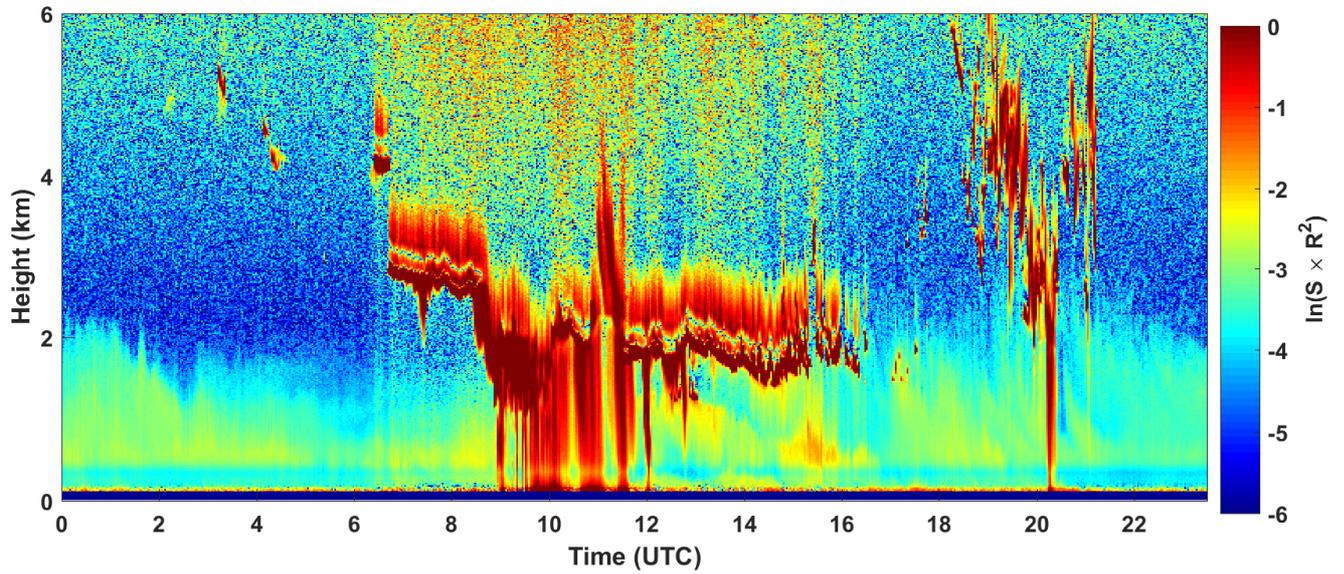
2018-03-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



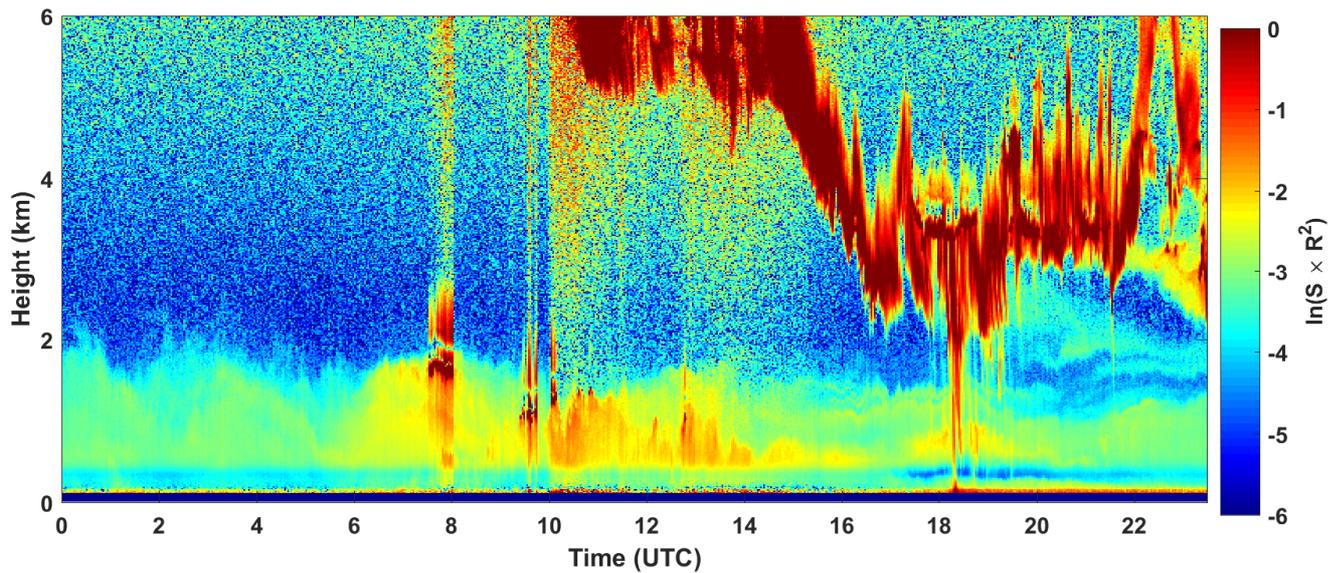
2018-03-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



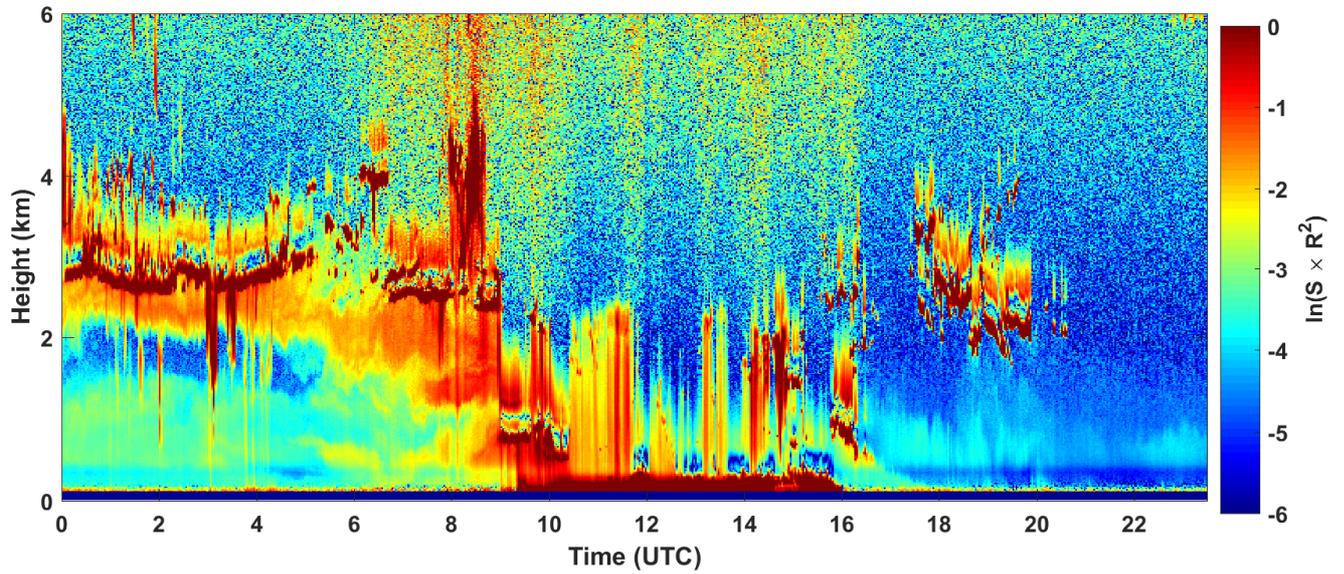
2018-03-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



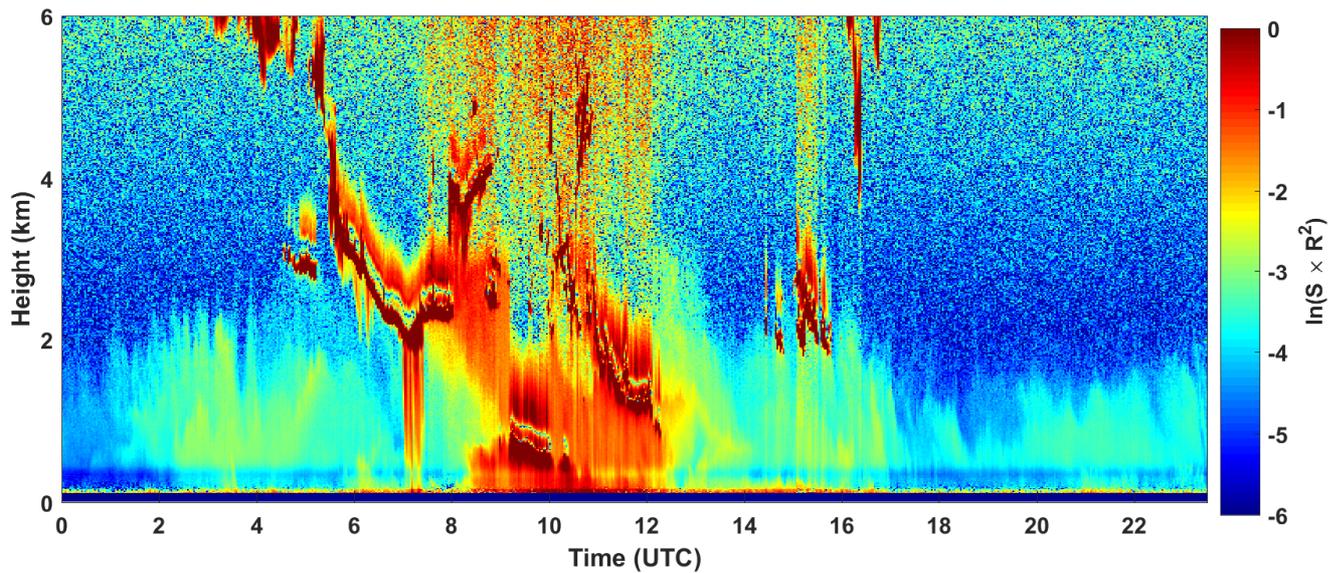
2018-03-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



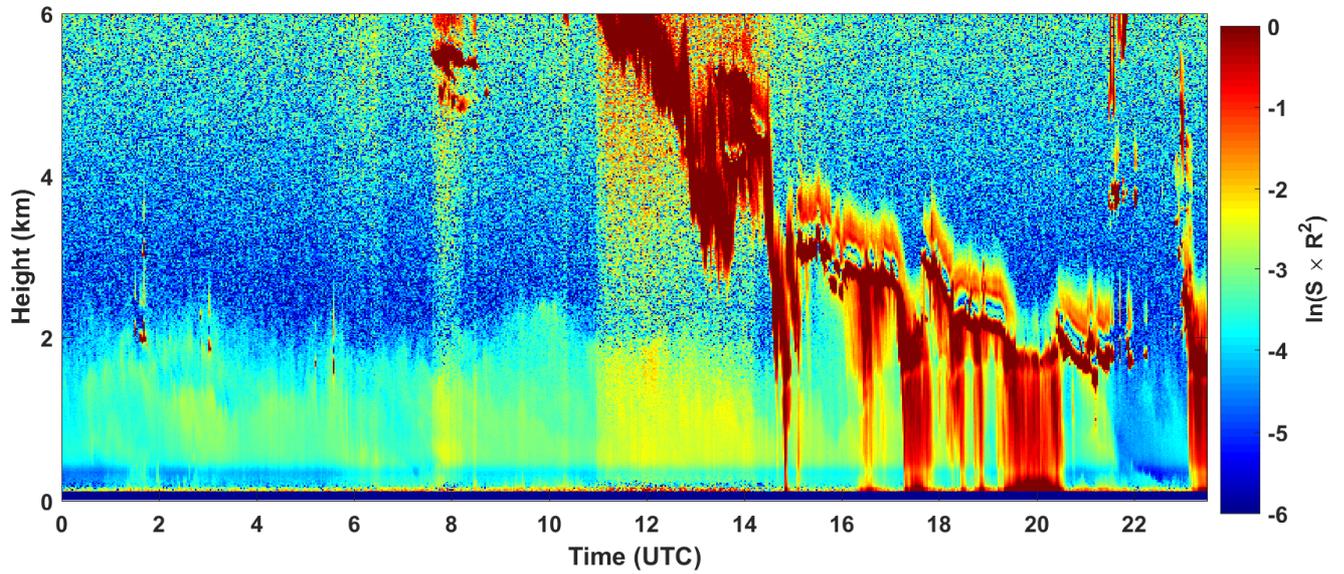
2018-03-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



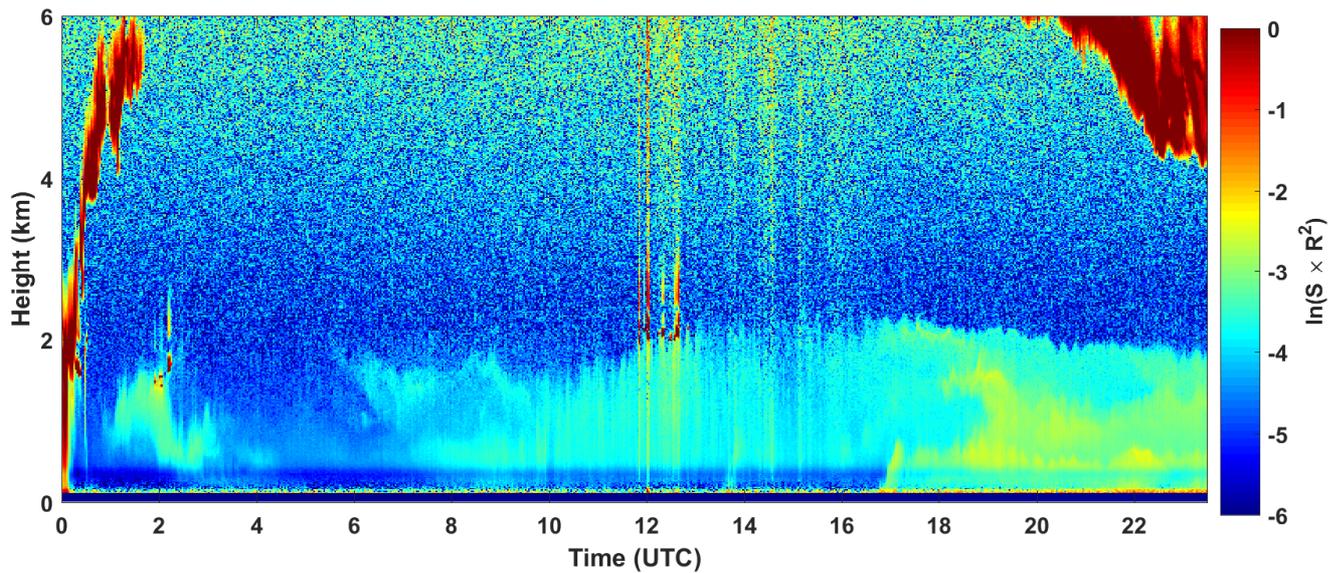
2018-03-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



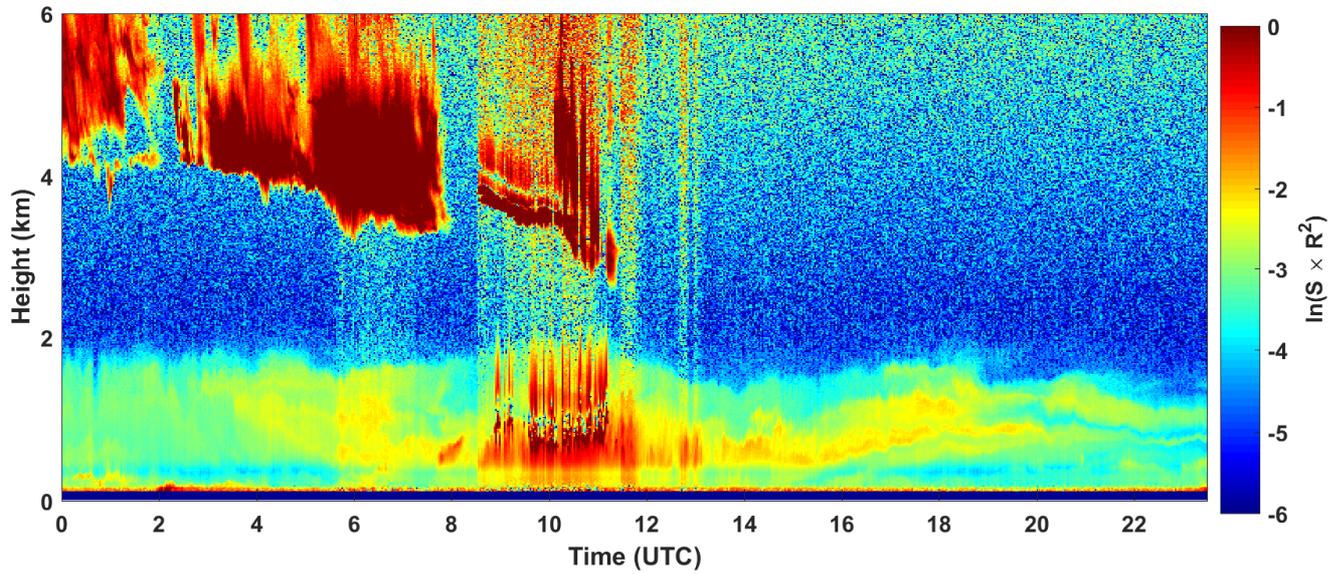
2018-03-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



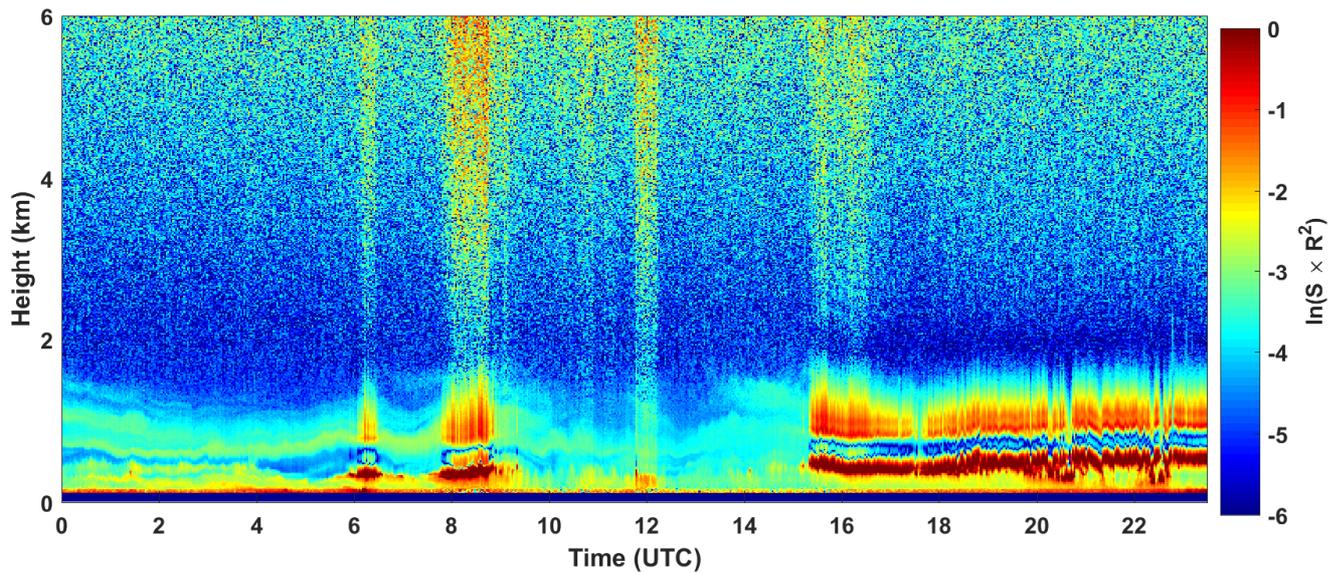
2018-03-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



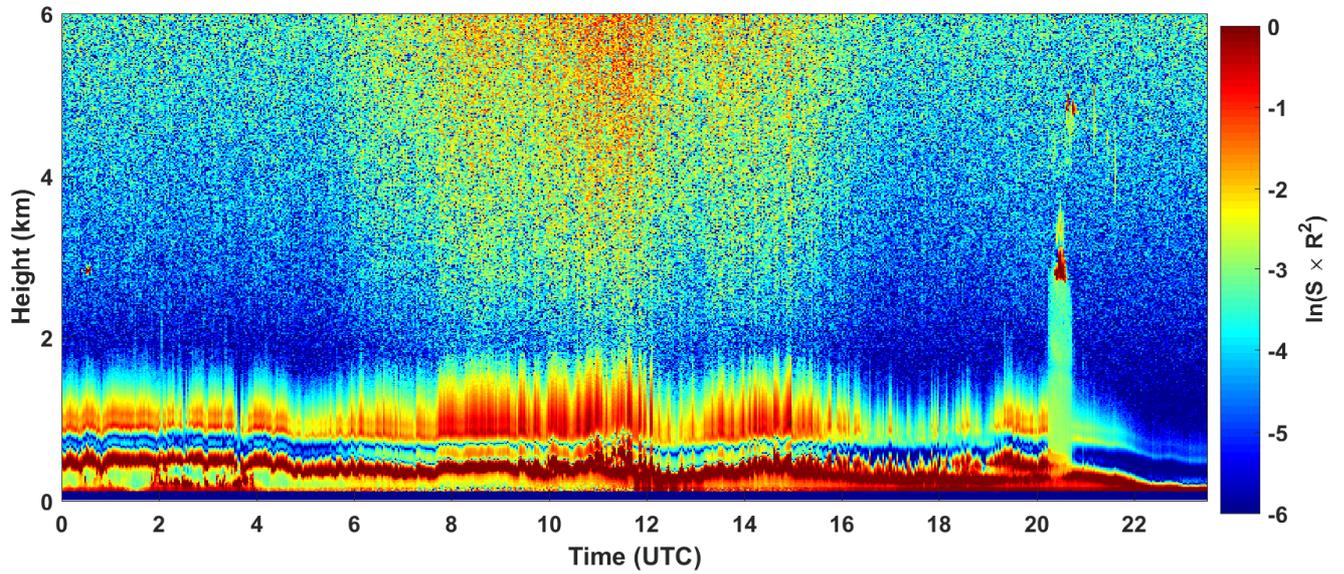
2018-03-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



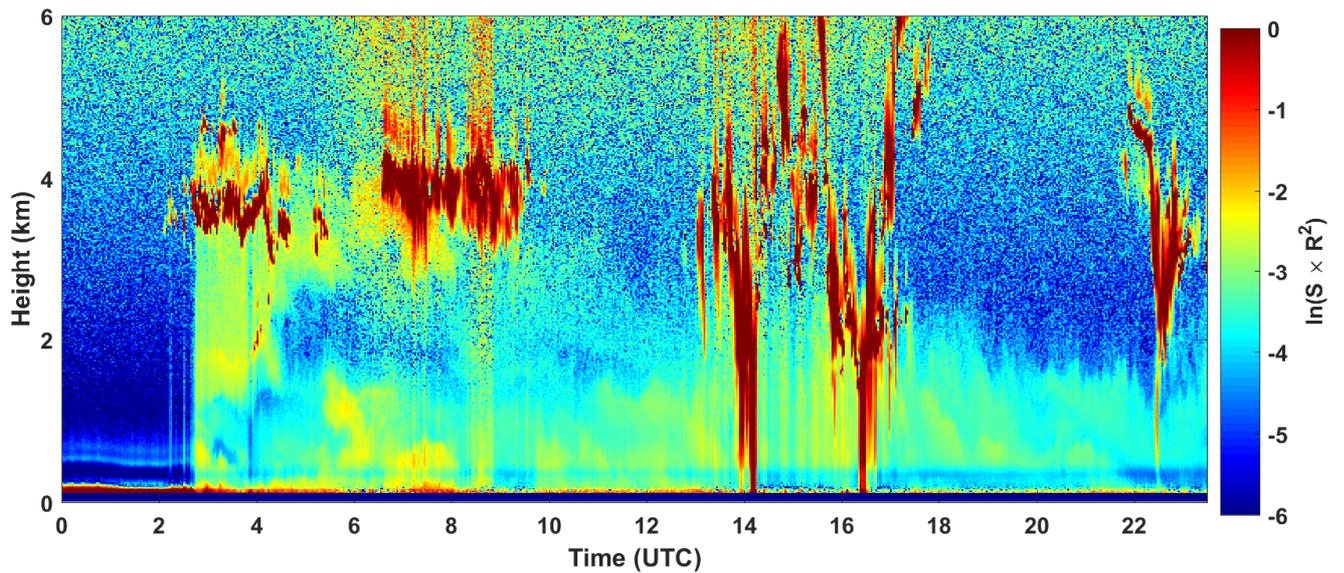
2018-03-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



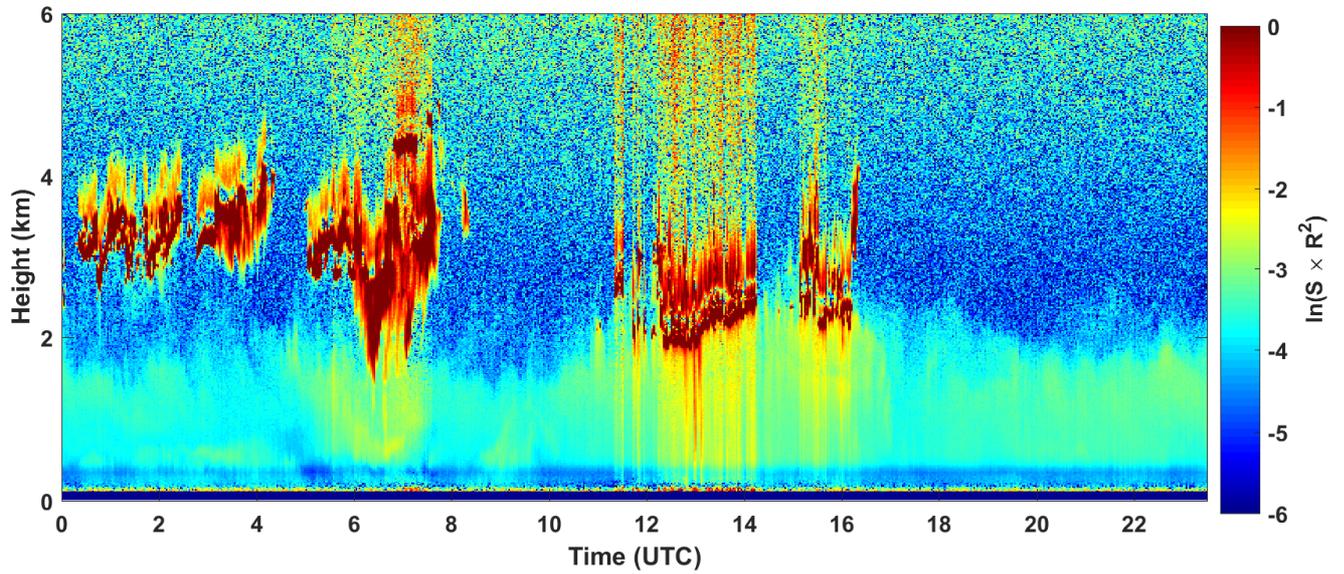
2018-03-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



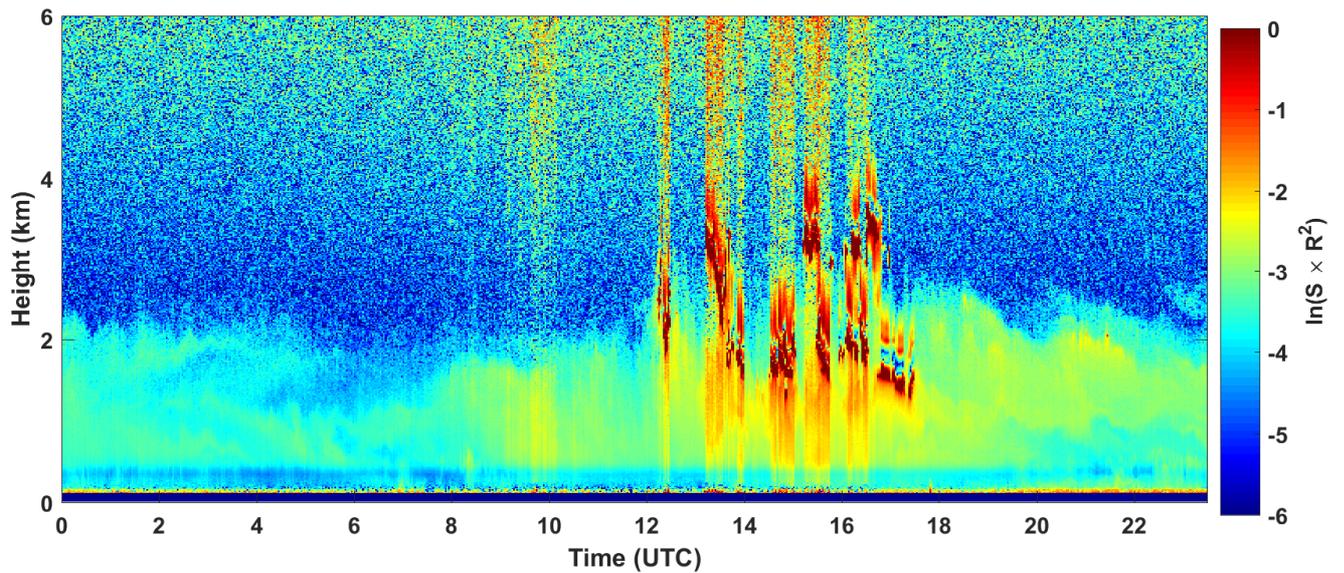
2018-03-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



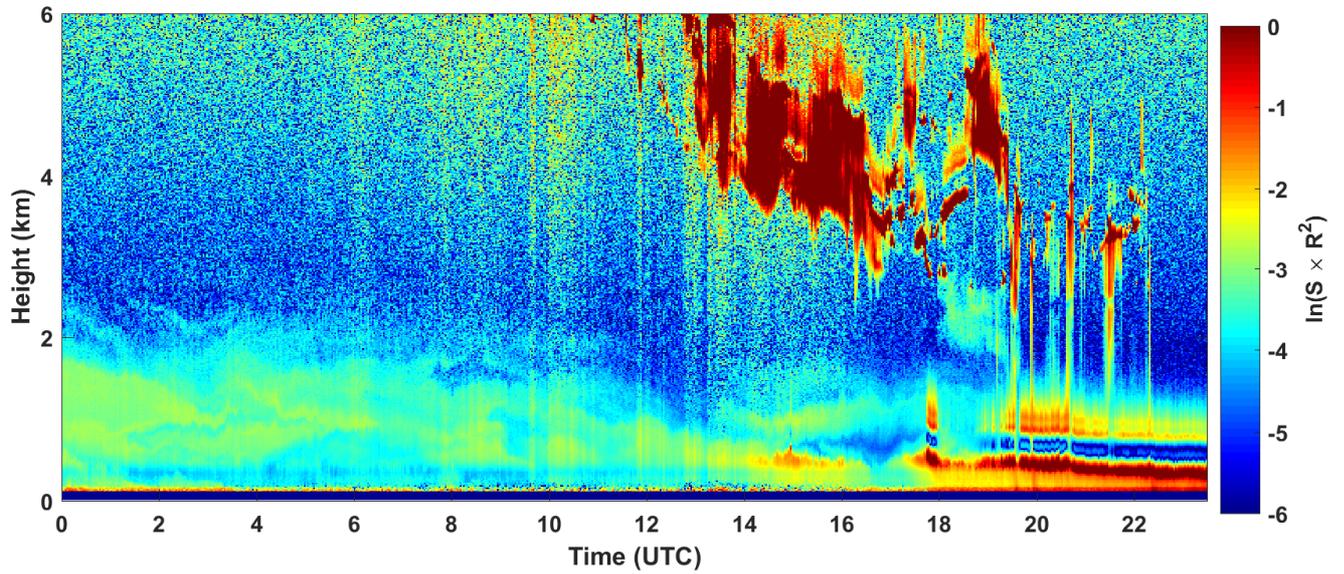
2018-03-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



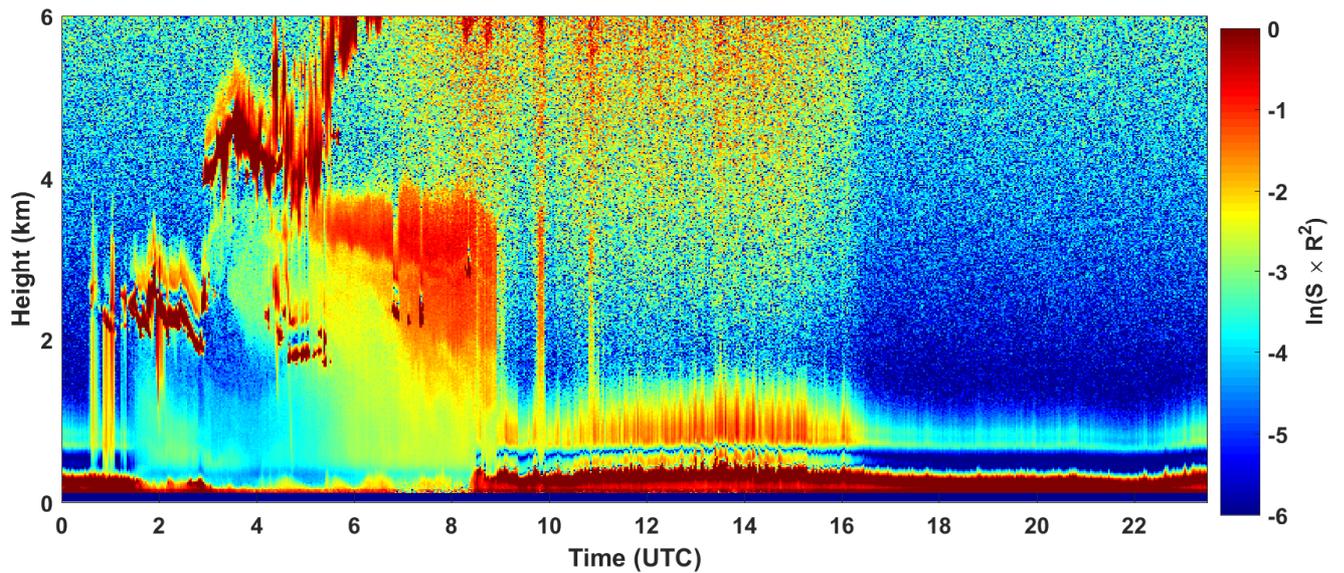
2018-03-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



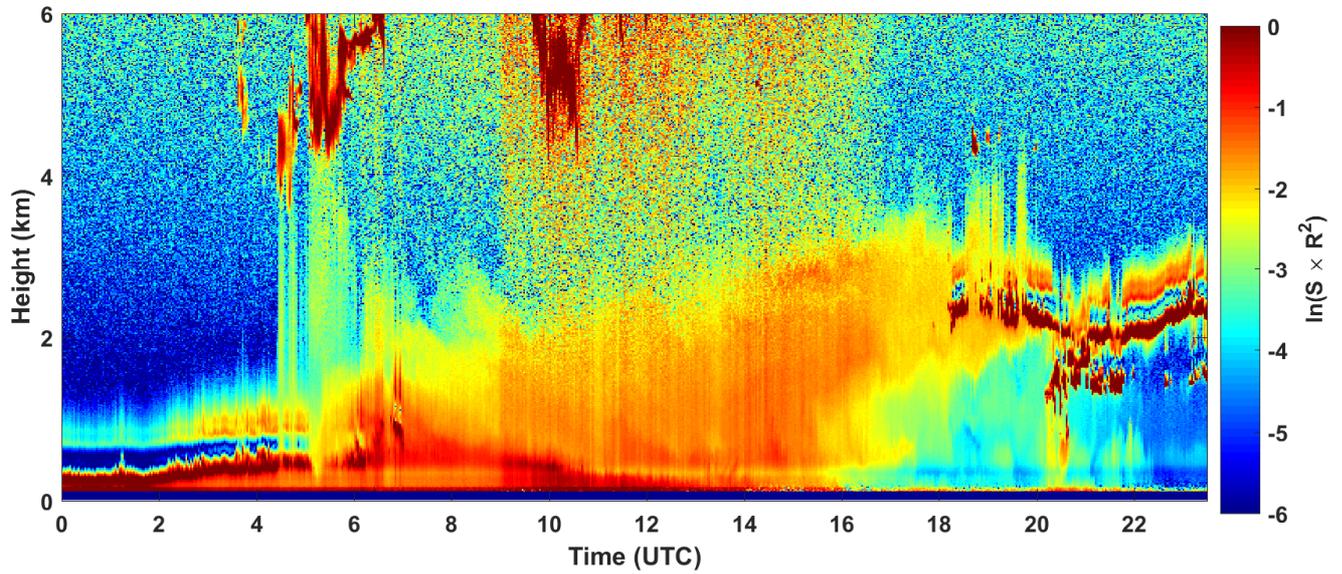
2018-03-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



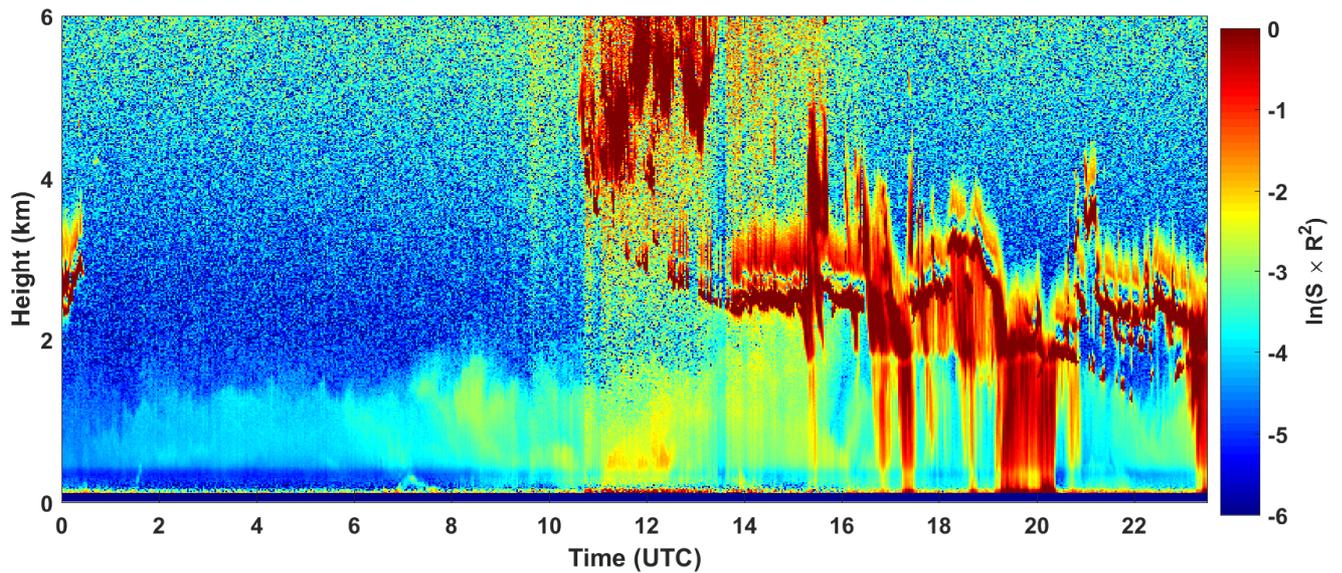
2018-03-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



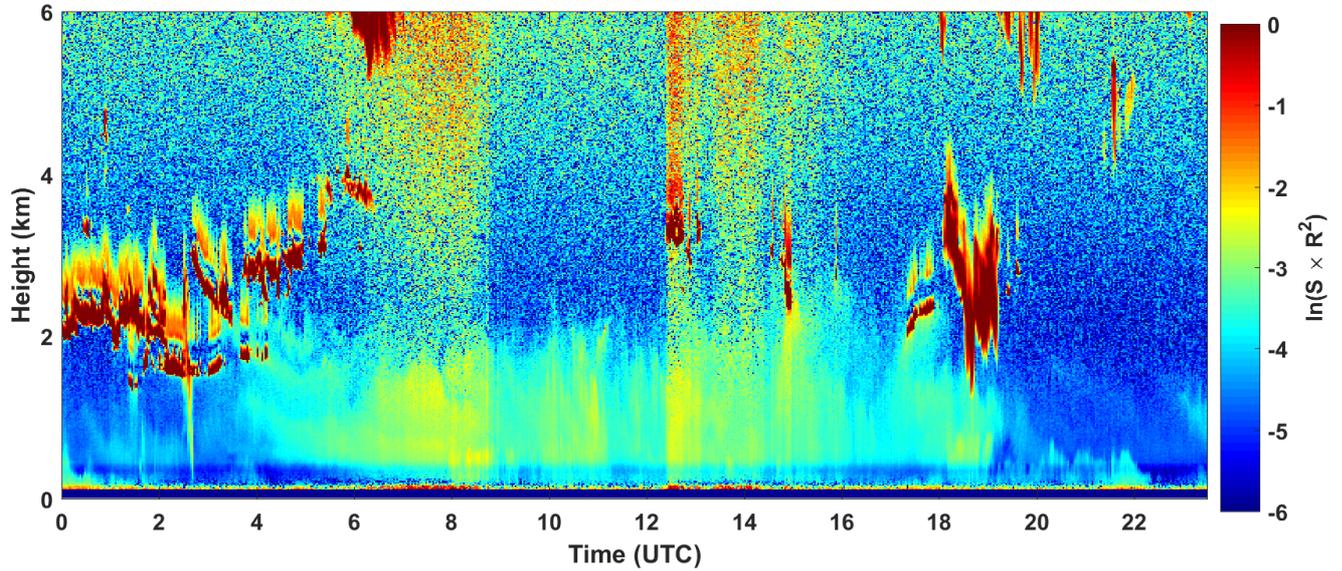
2018-03-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



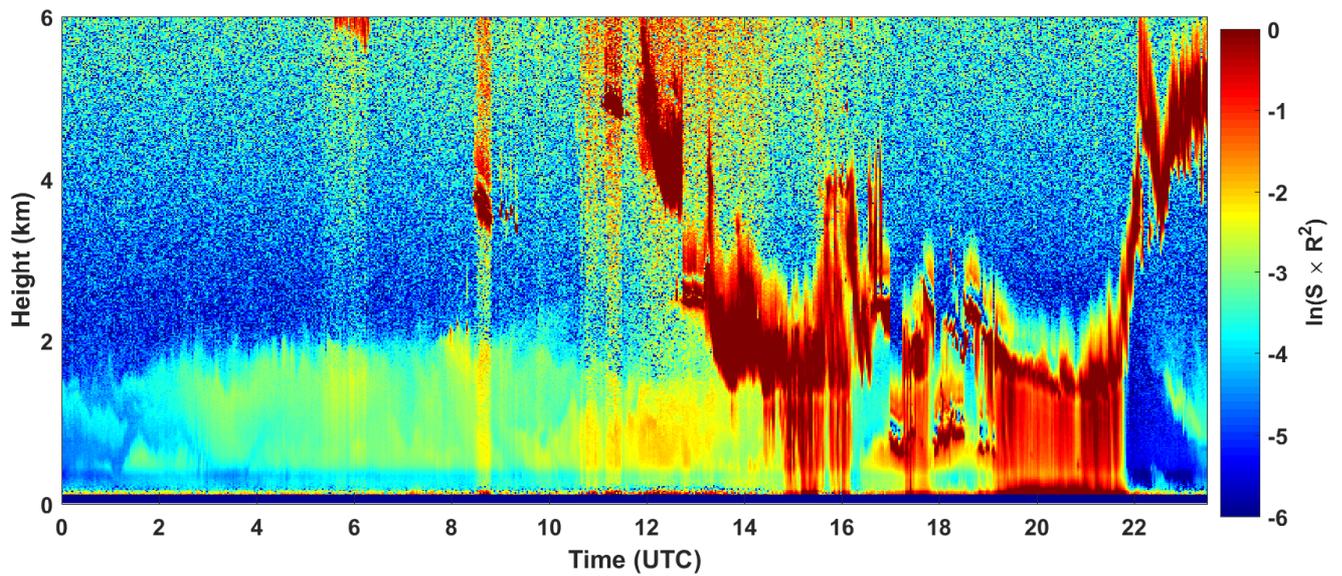
2018-03-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



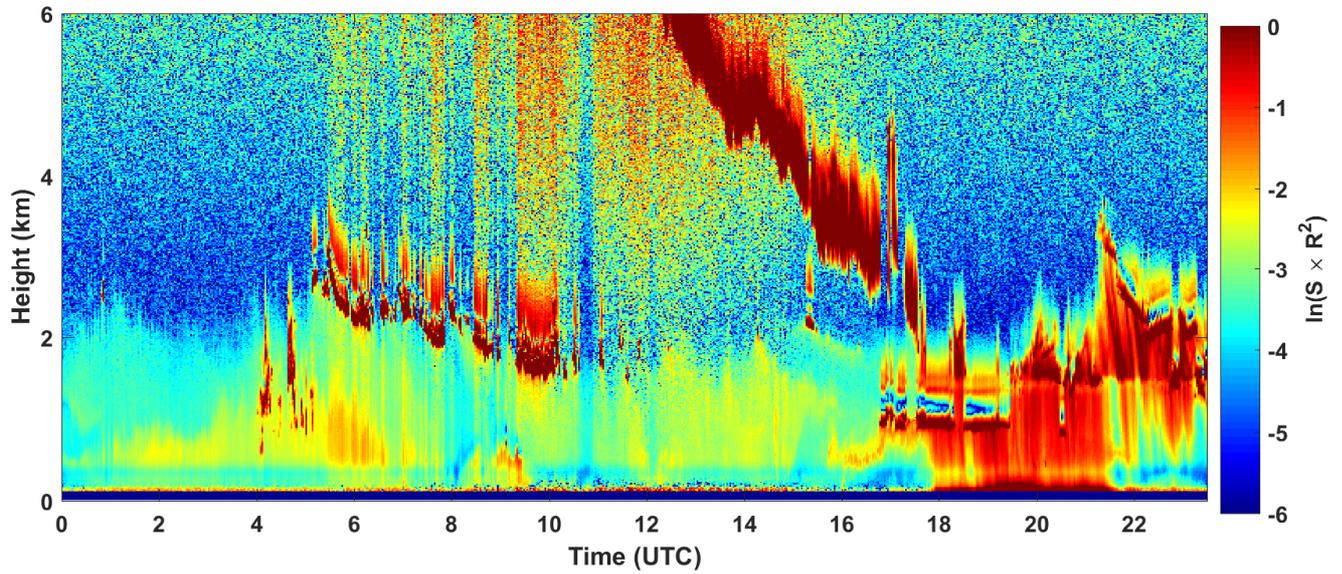
2018-03-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



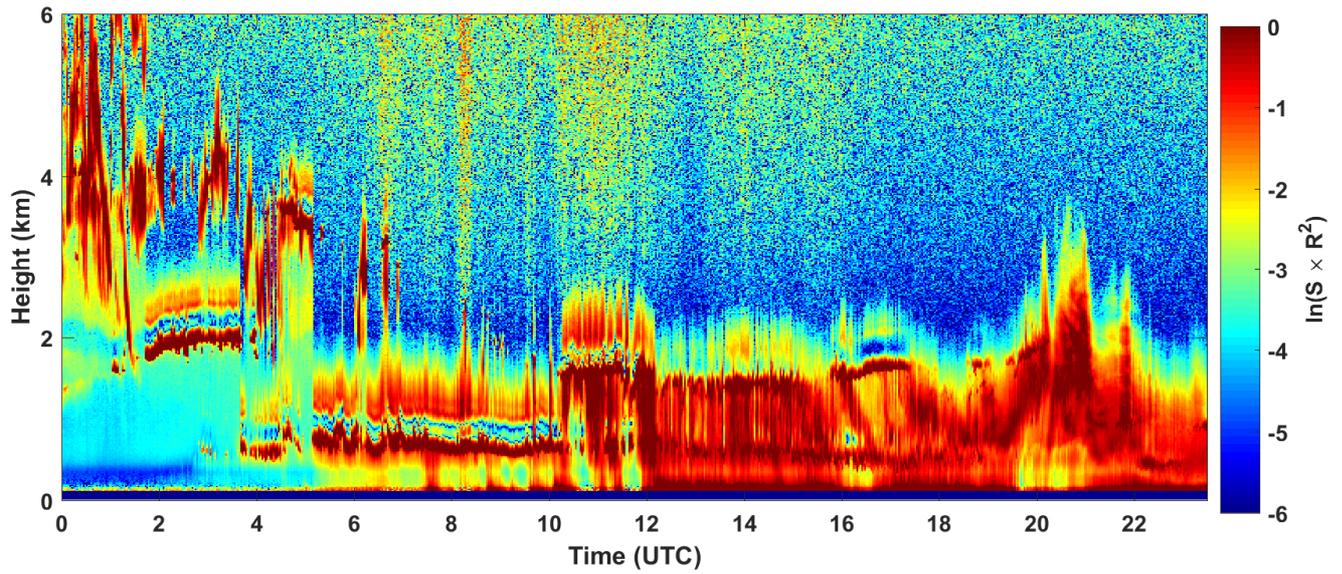
2018-03-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



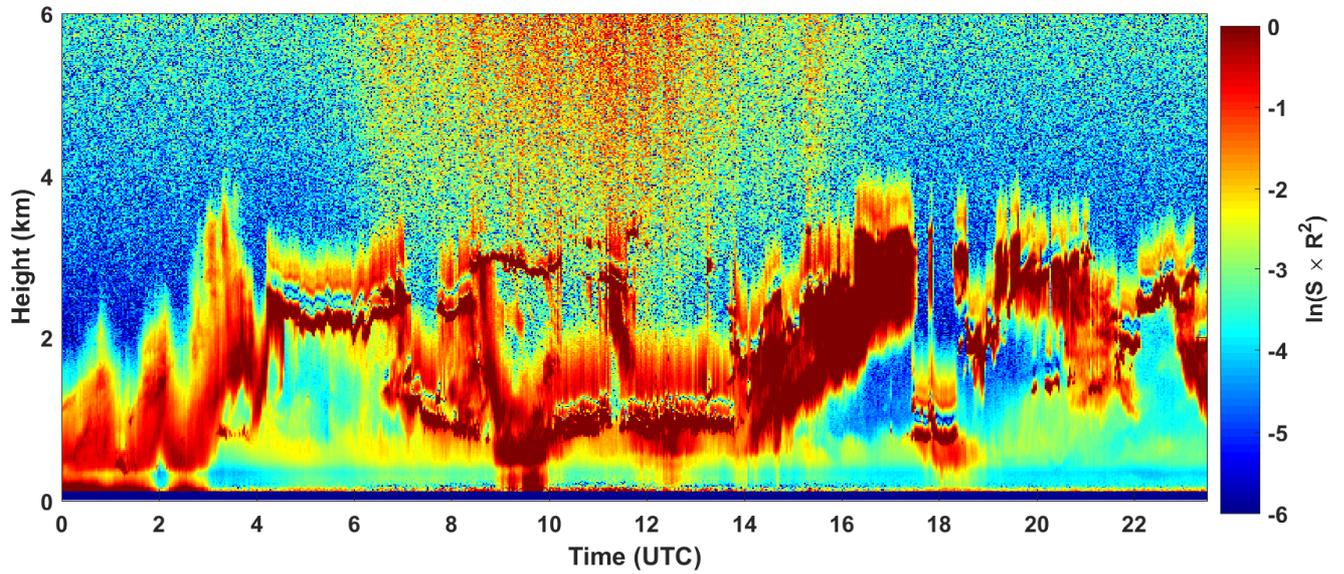
2018-03-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



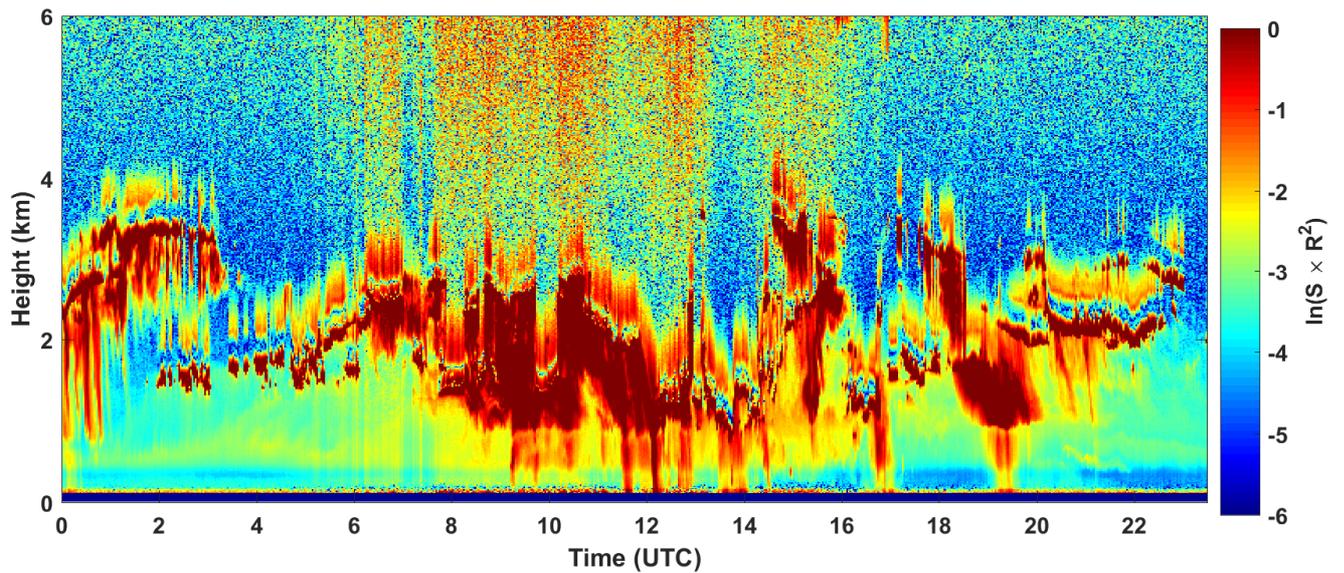
2018-03-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



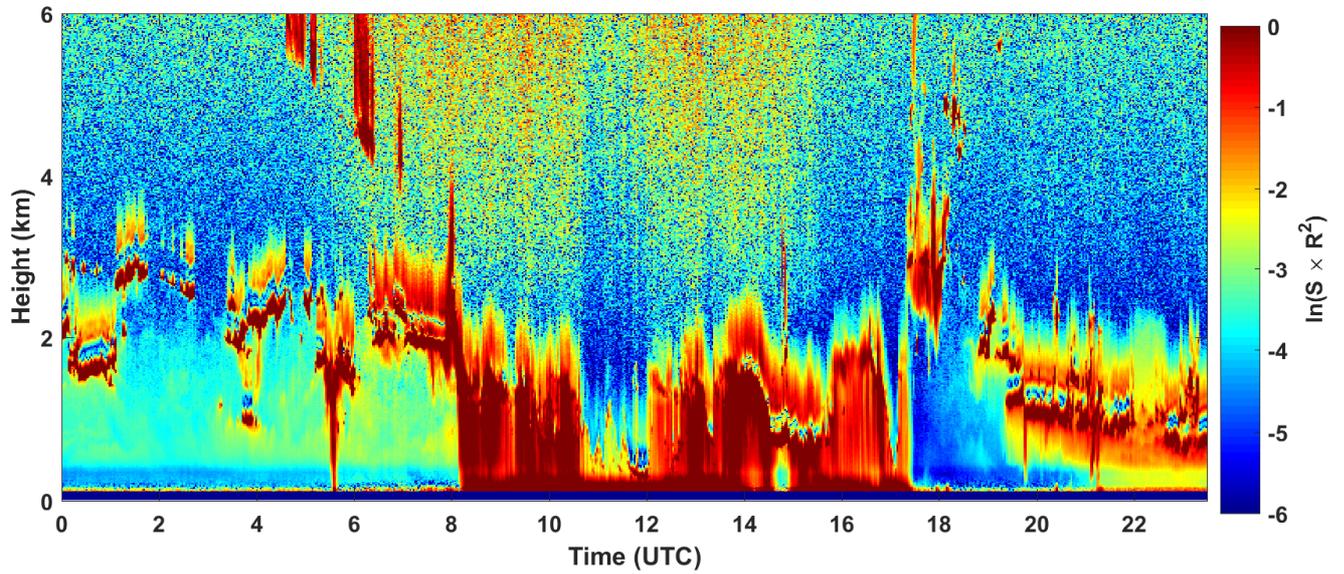
2018-03-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



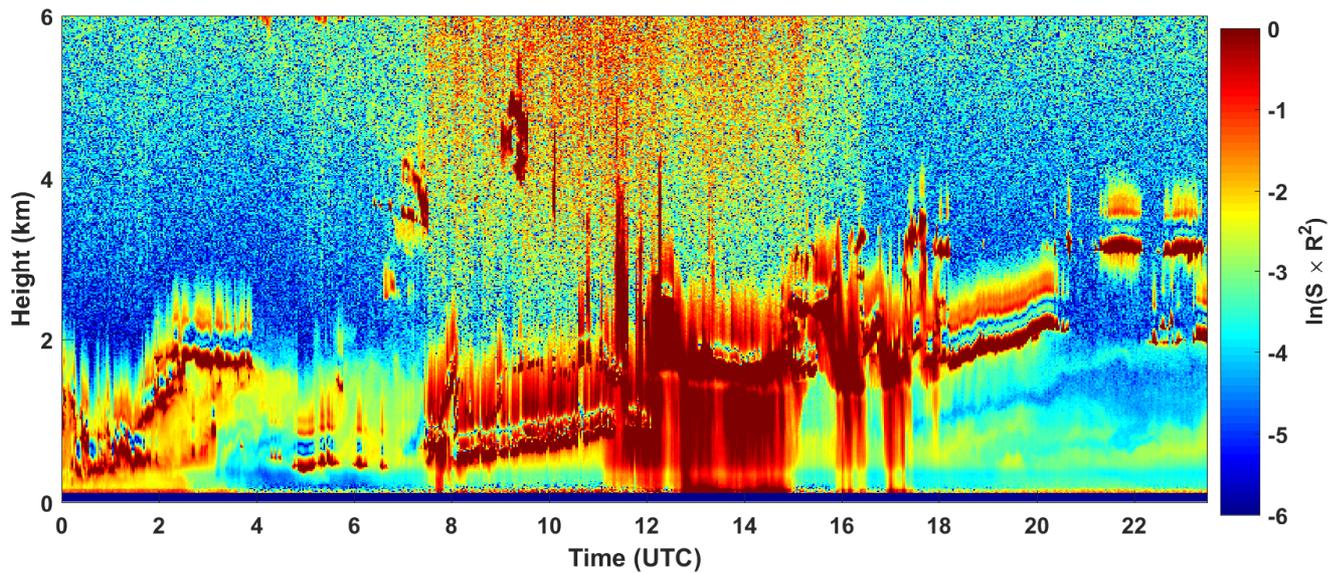
2018-03-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



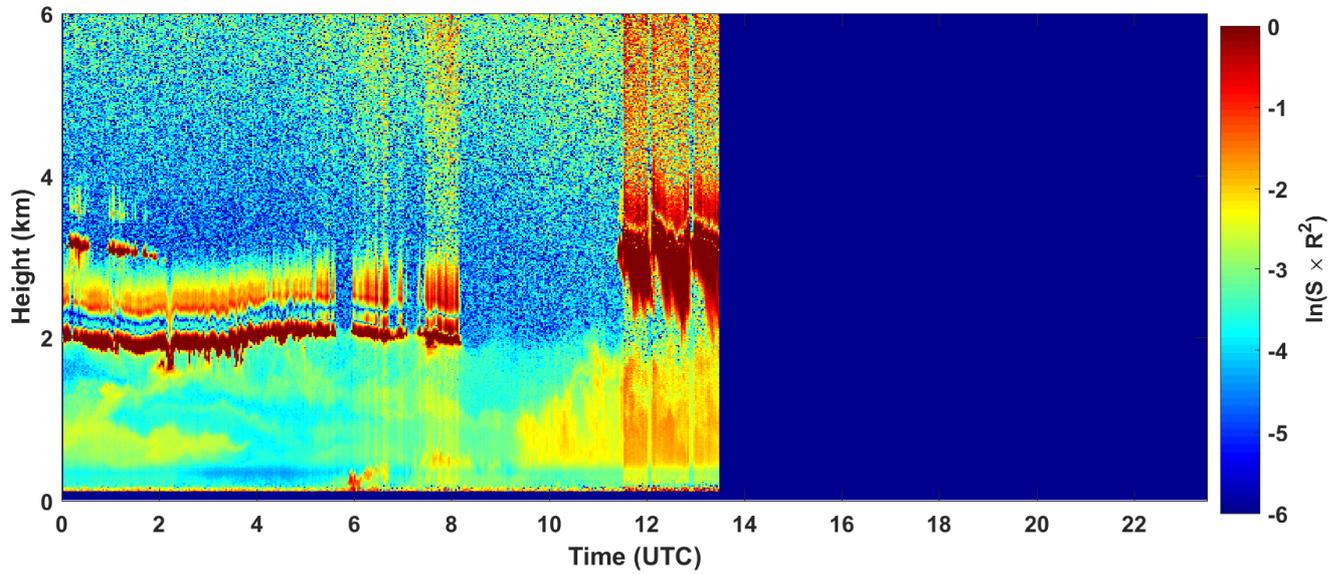
2018-03-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



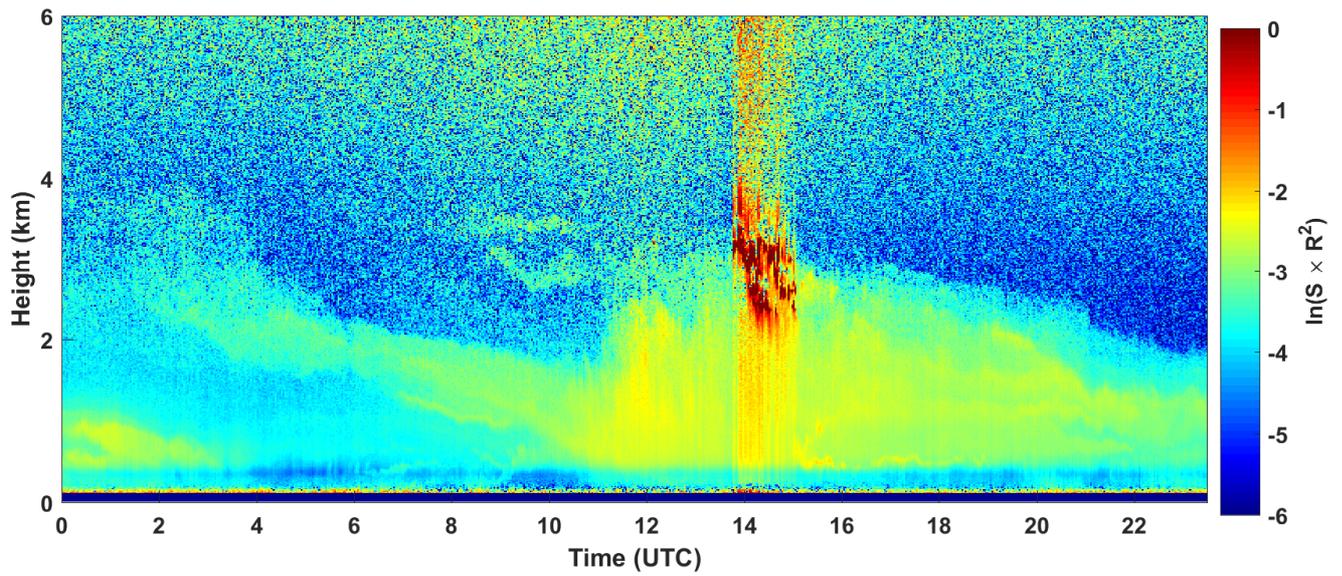
2018-03-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



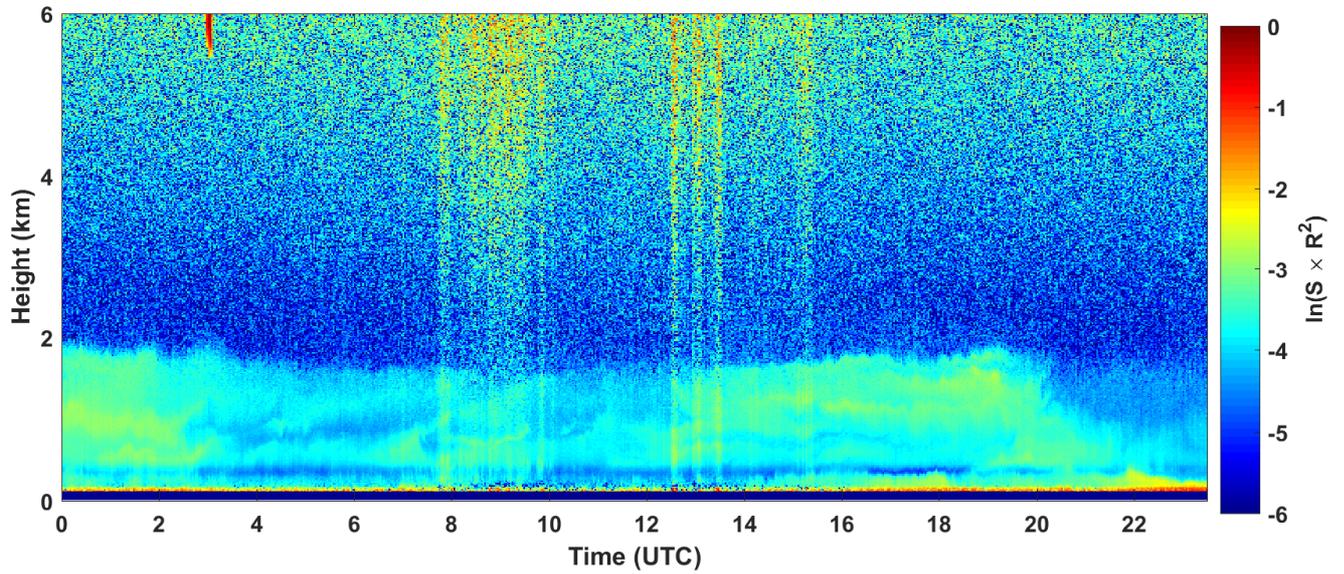
2018-03-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



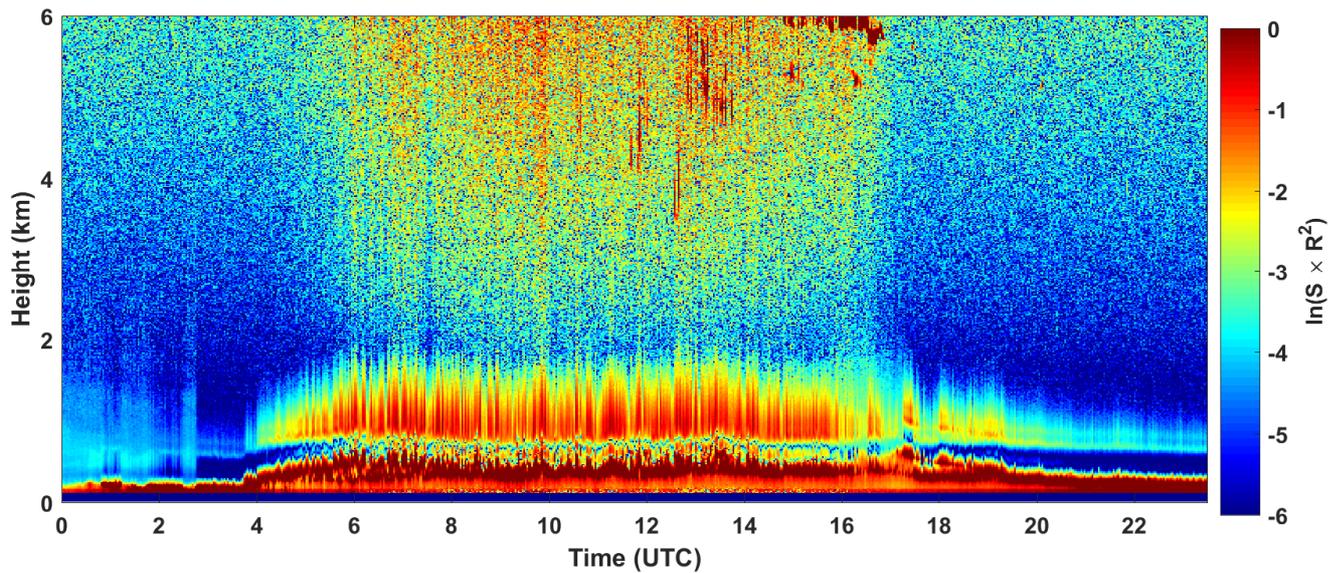
2018-03-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



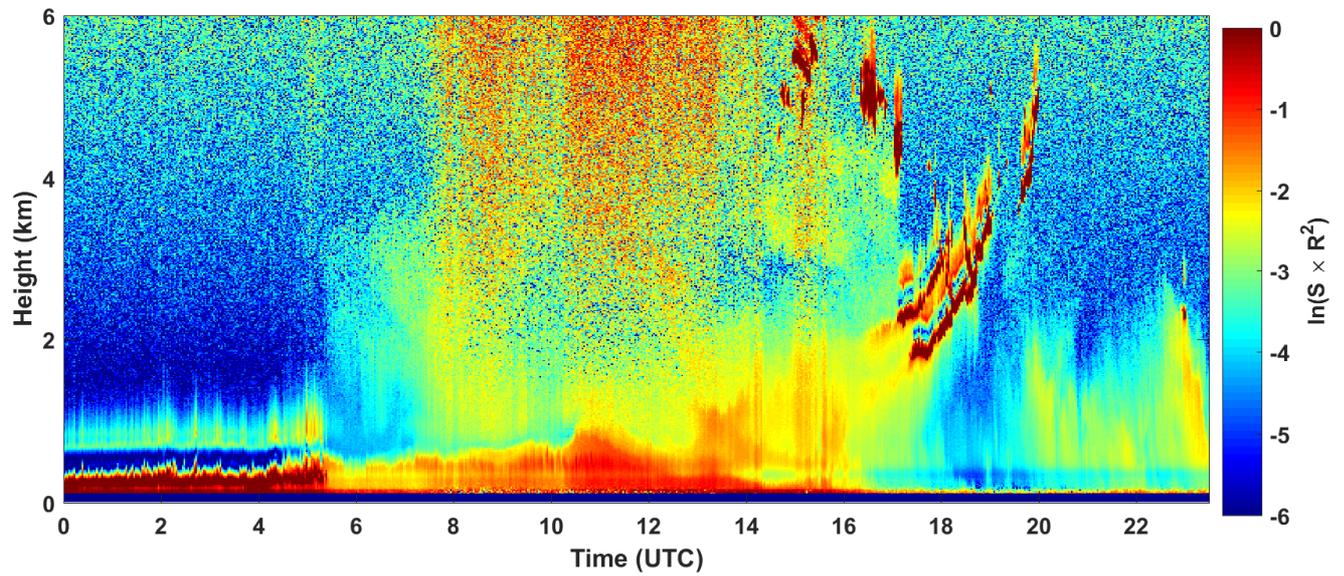
2018-03-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



2018-03-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE

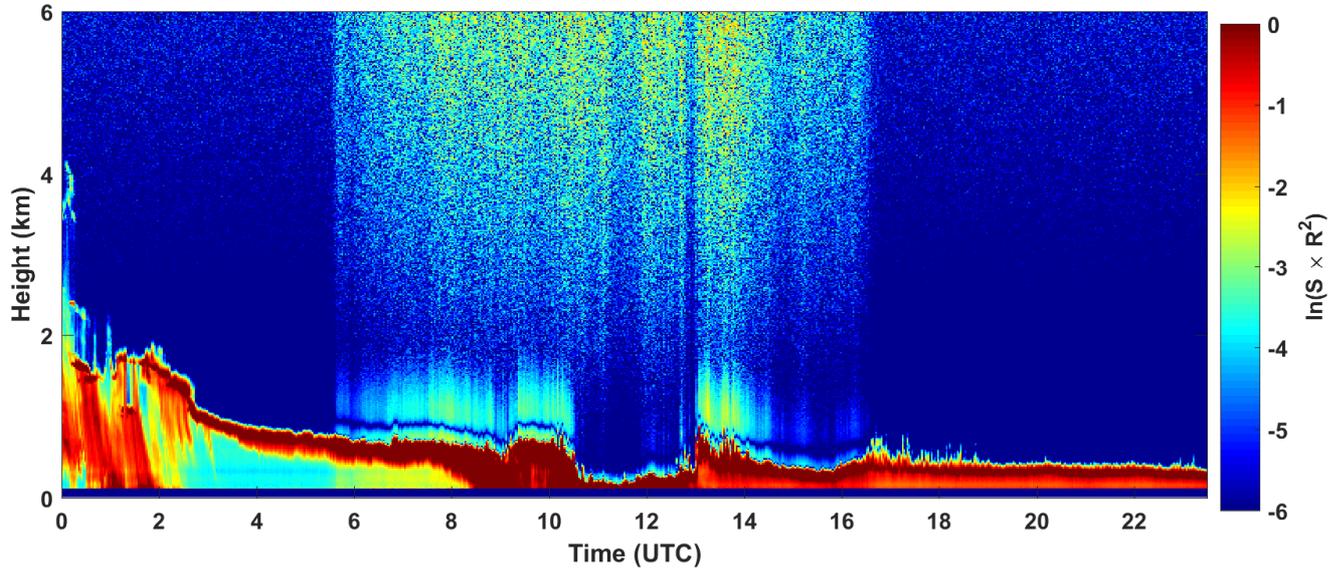


2018-03-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE

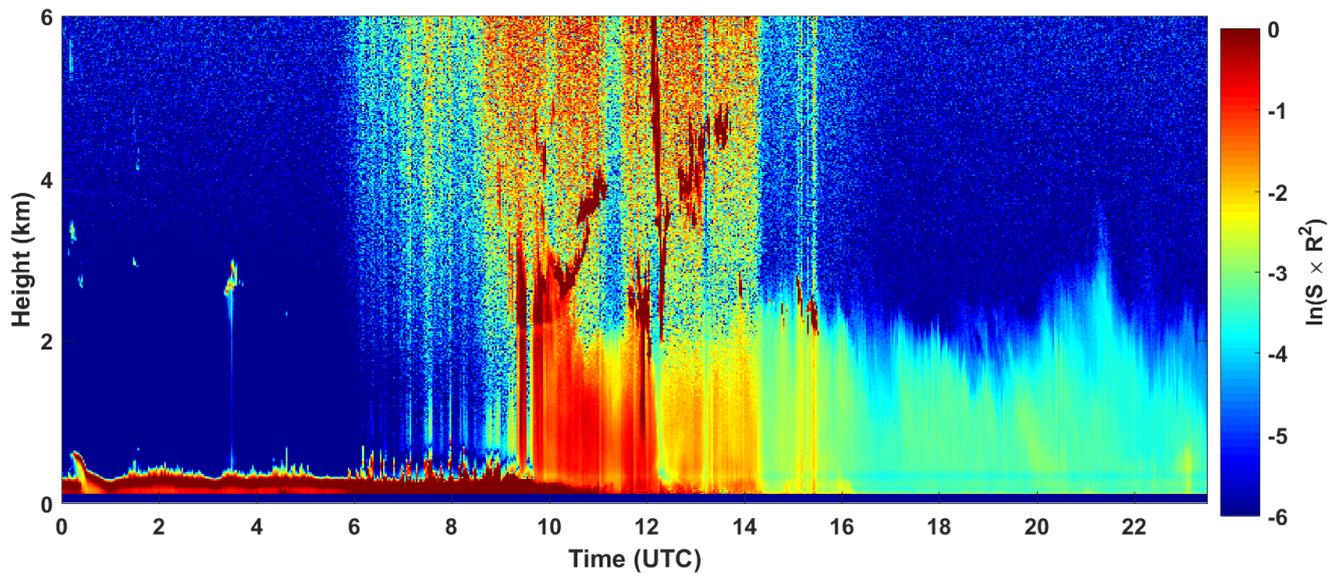


SEGNALE LIDAR2 PARCHI

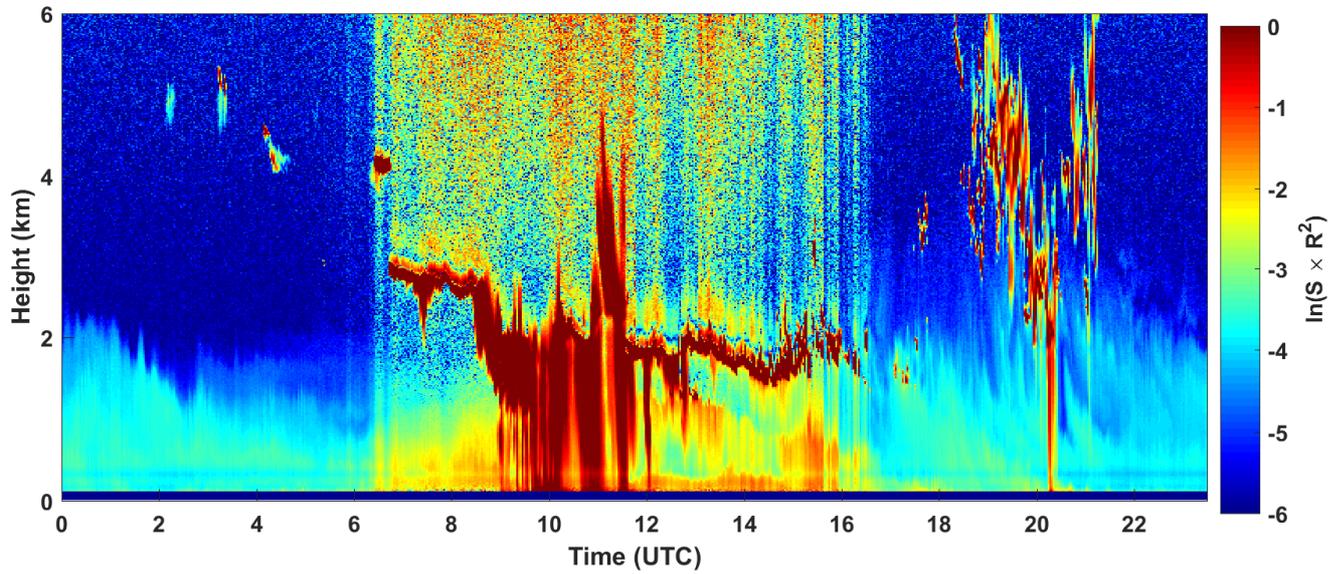
2018-03-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



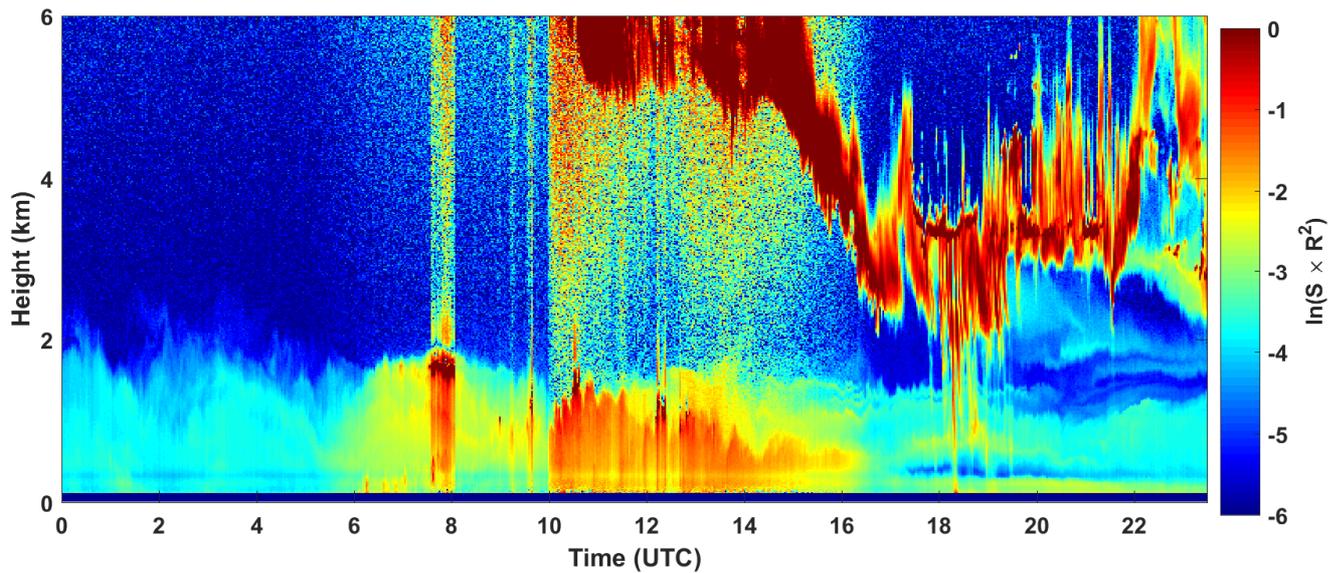
2018-03-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



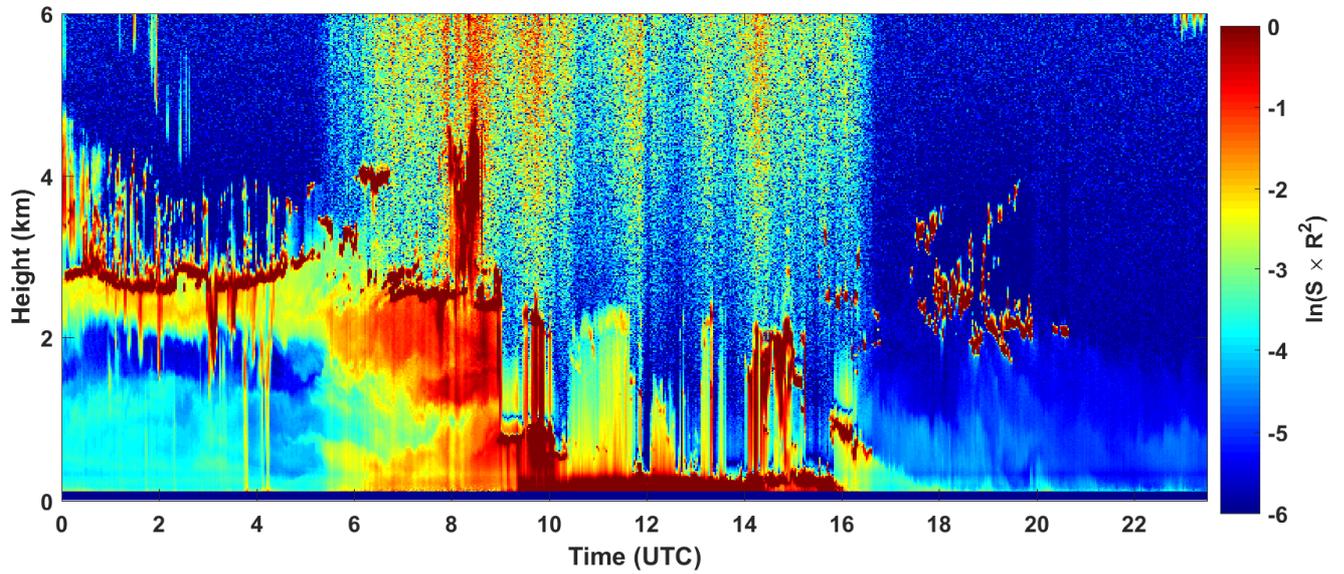
2018-03-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



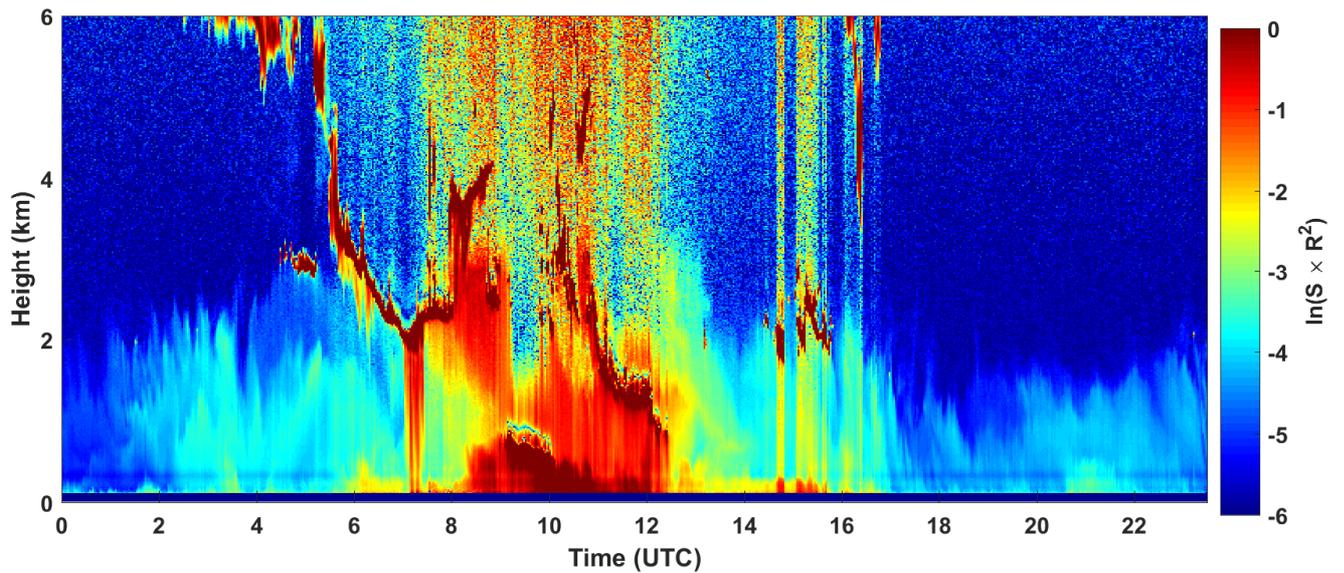
2018-03-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



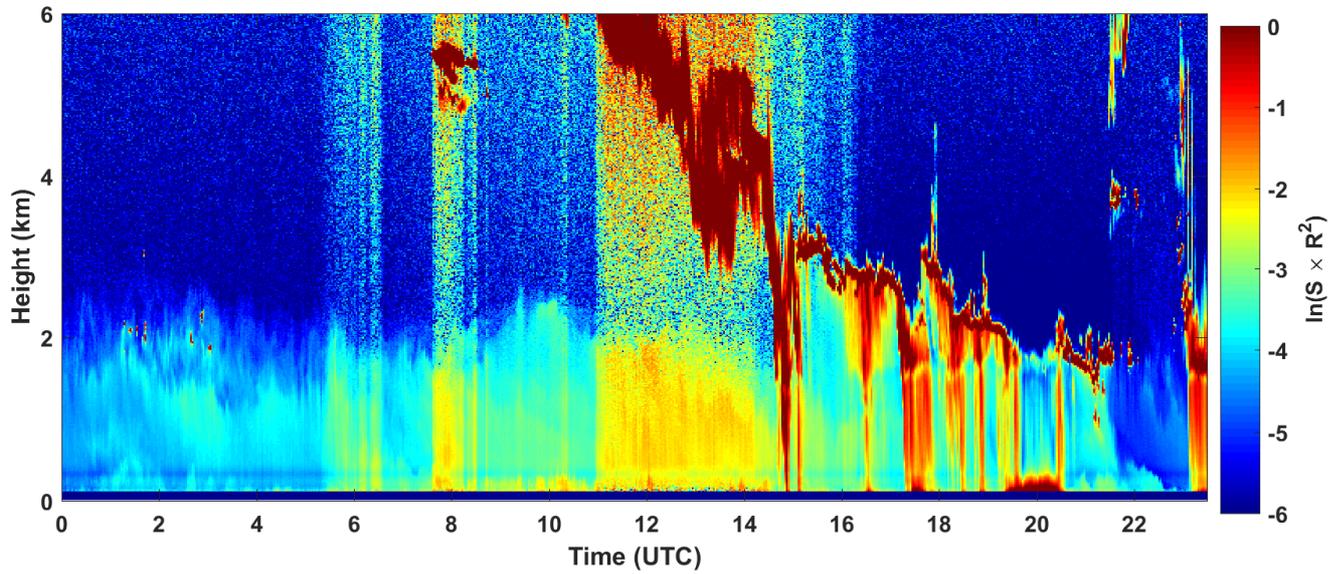
2018-03-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



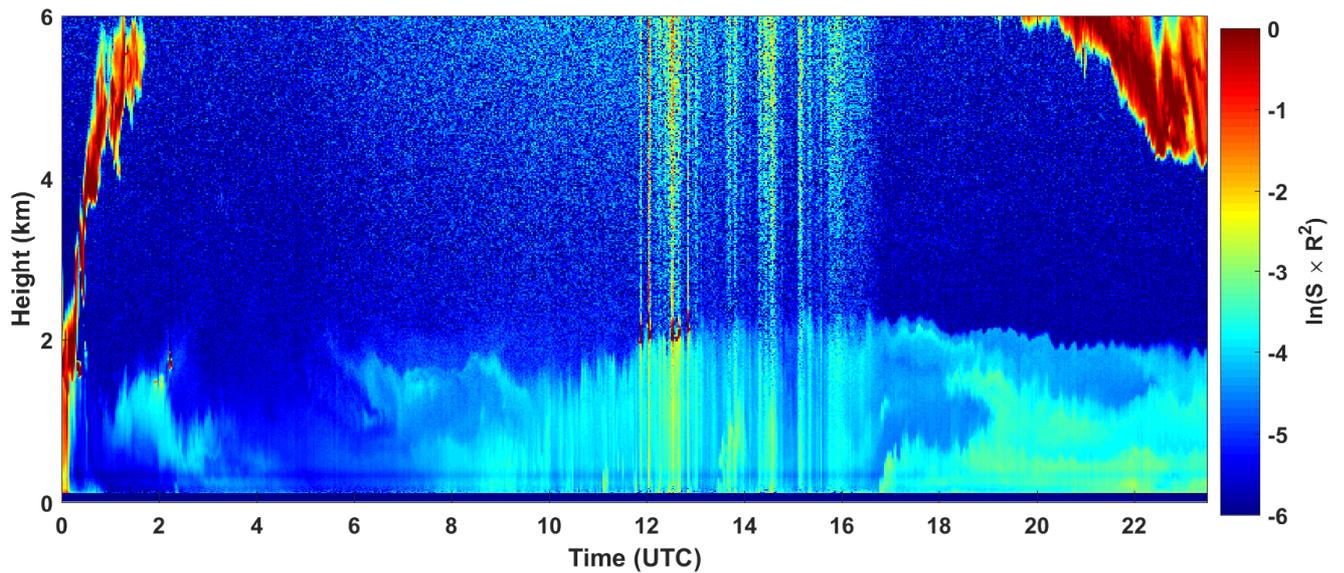
2018-03-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



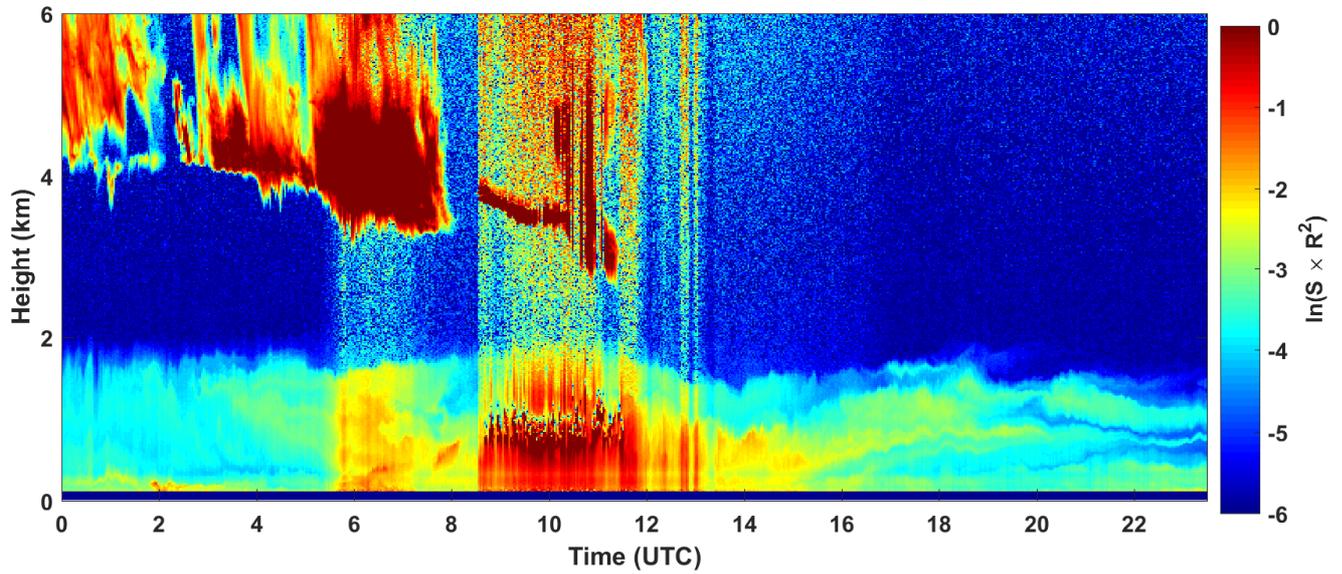
2018-03-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



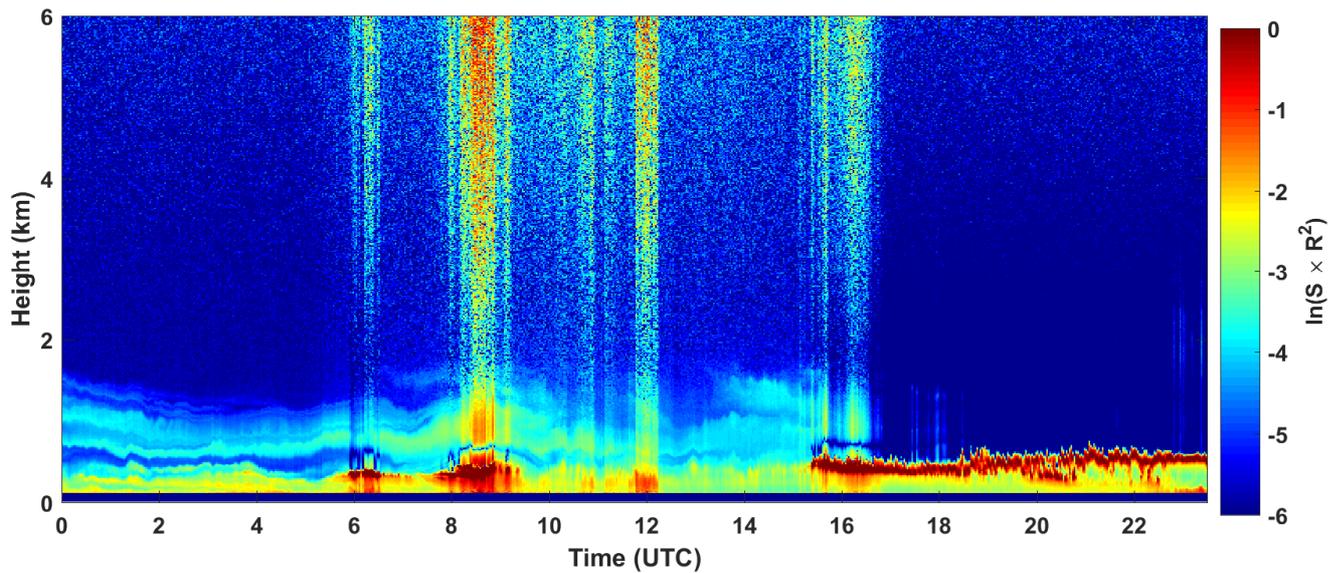
2018-03-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



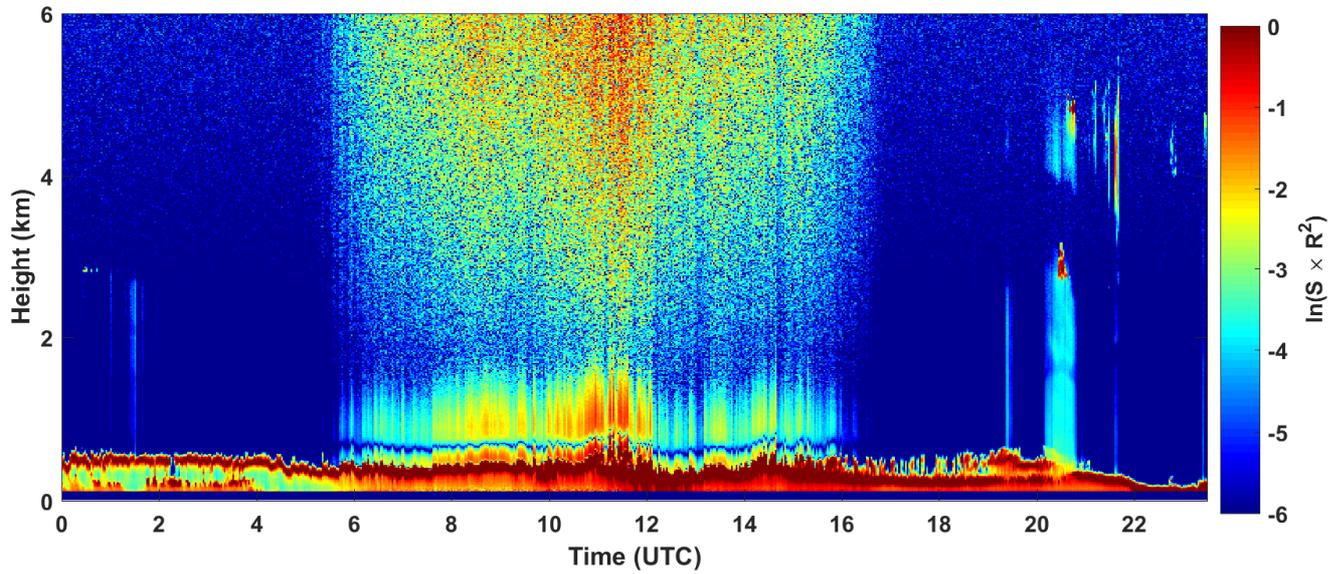
2018-03-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



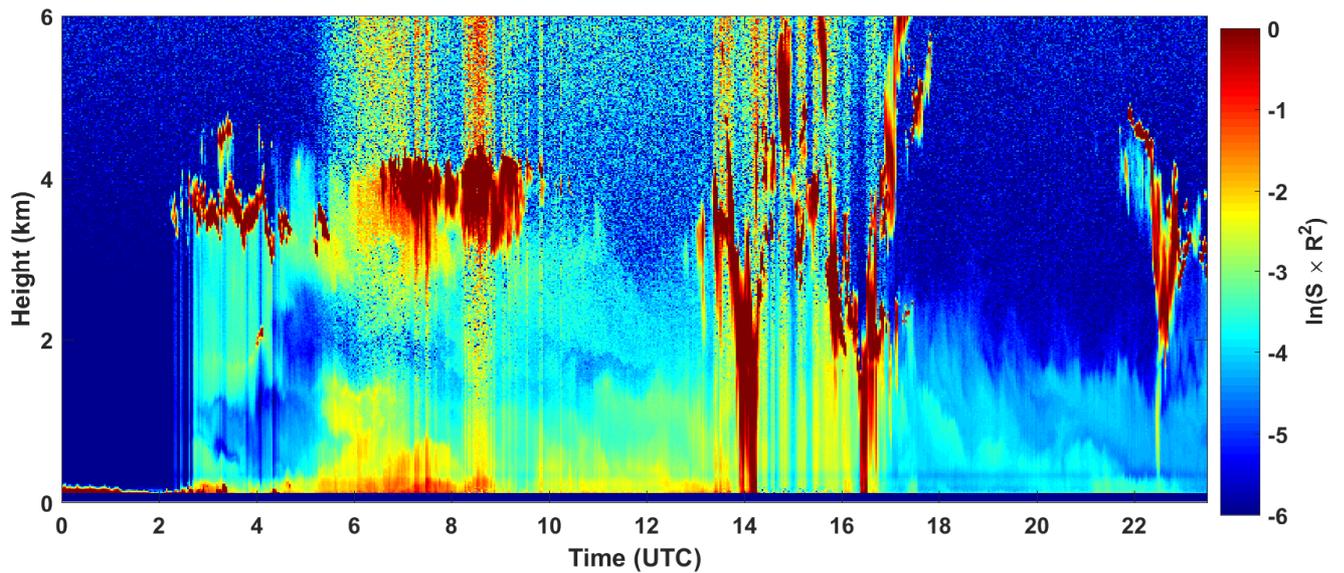
2018-03-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



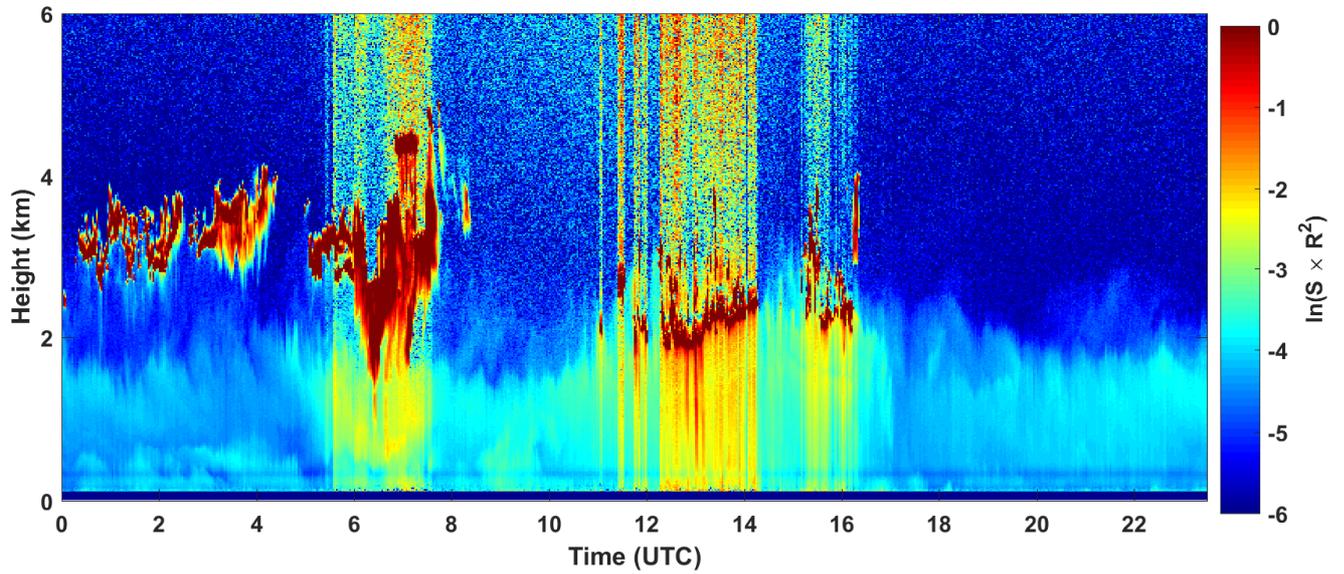
2018-03-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



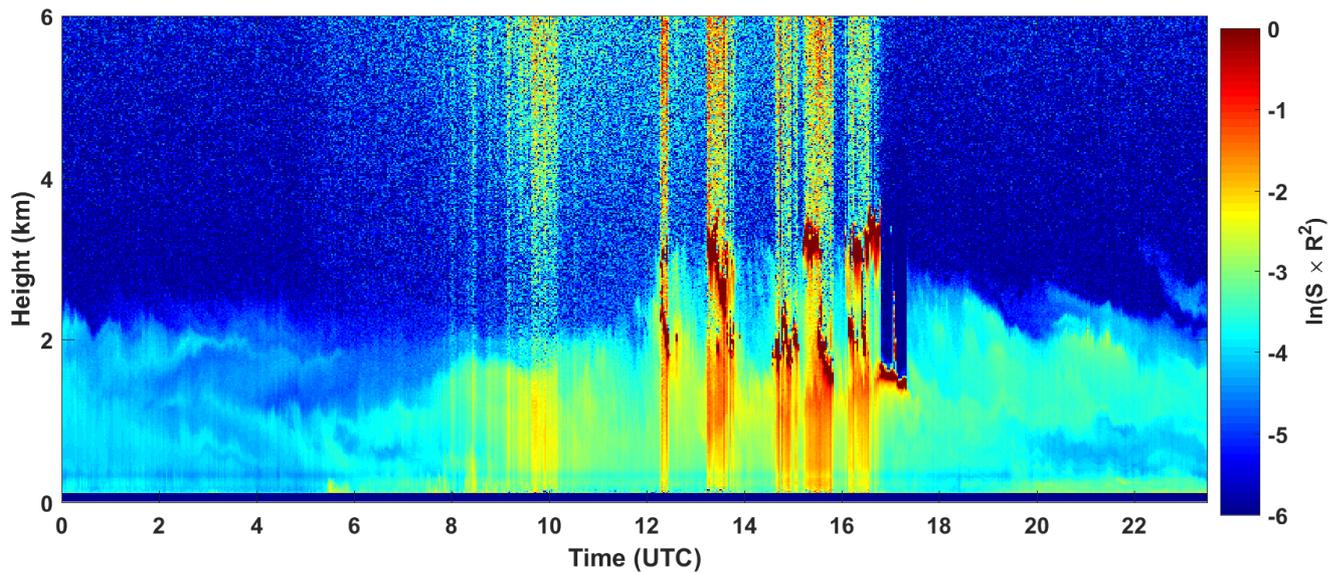
2018-03-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



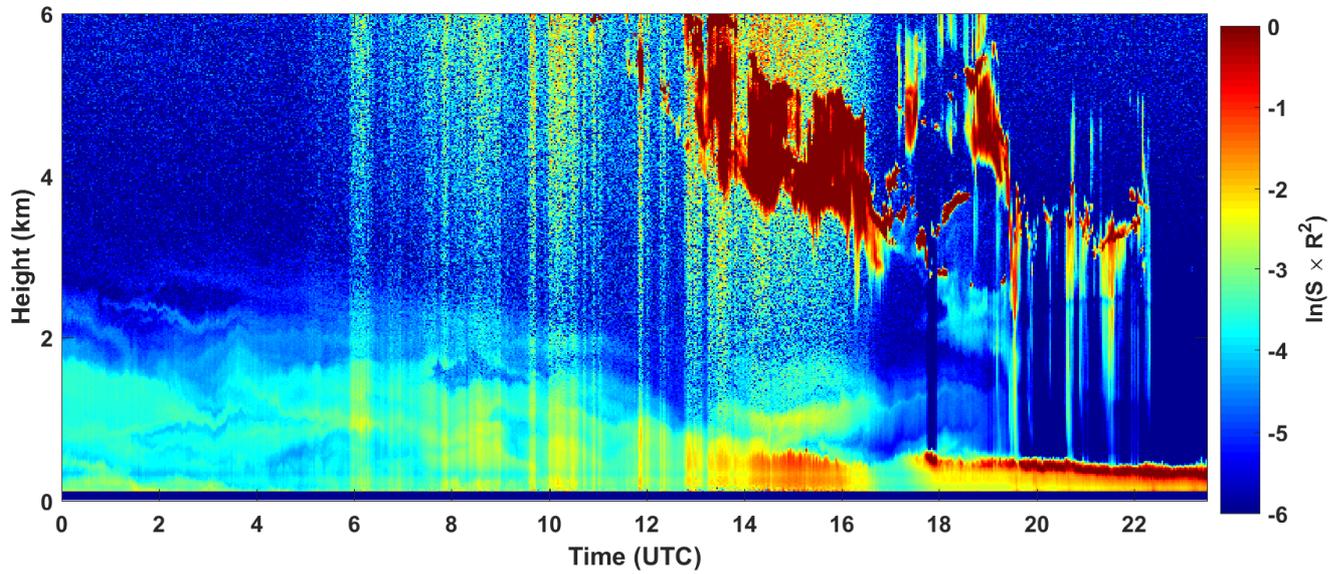
2018-03-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



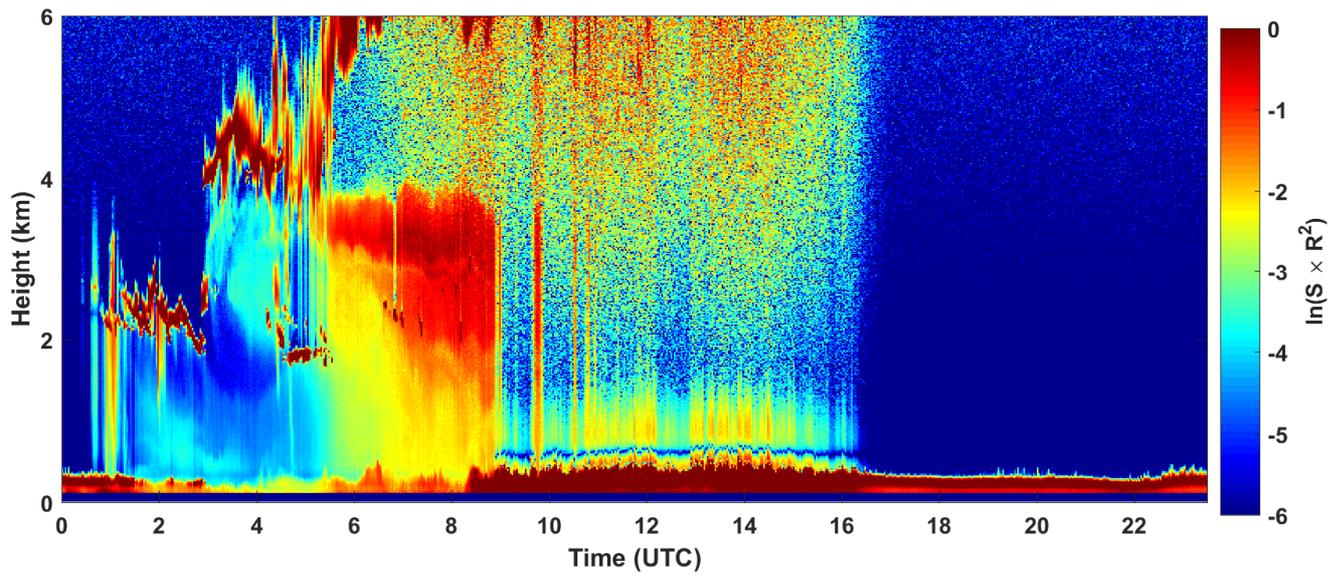
2018-03-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



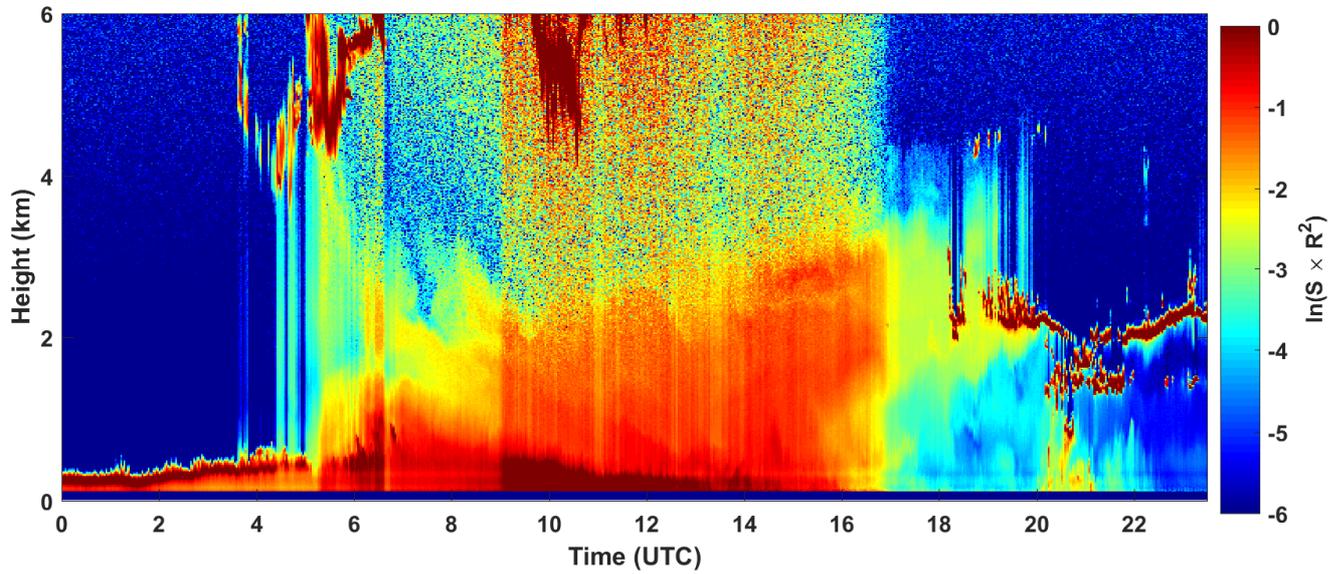
2018-03-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



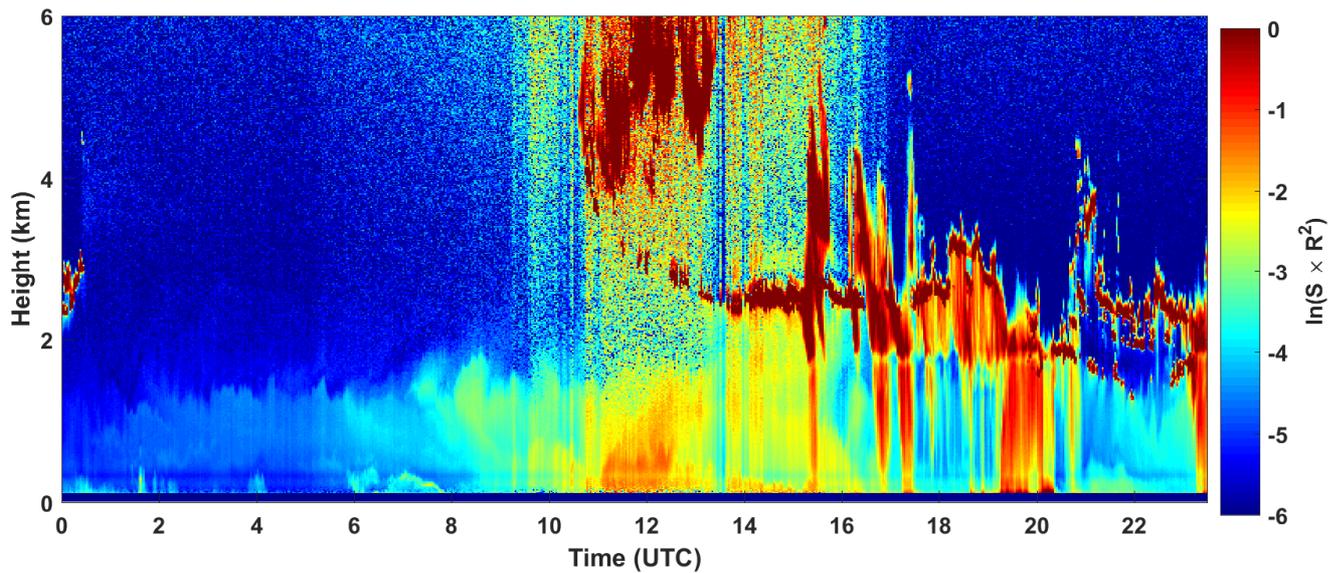
2018-03-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



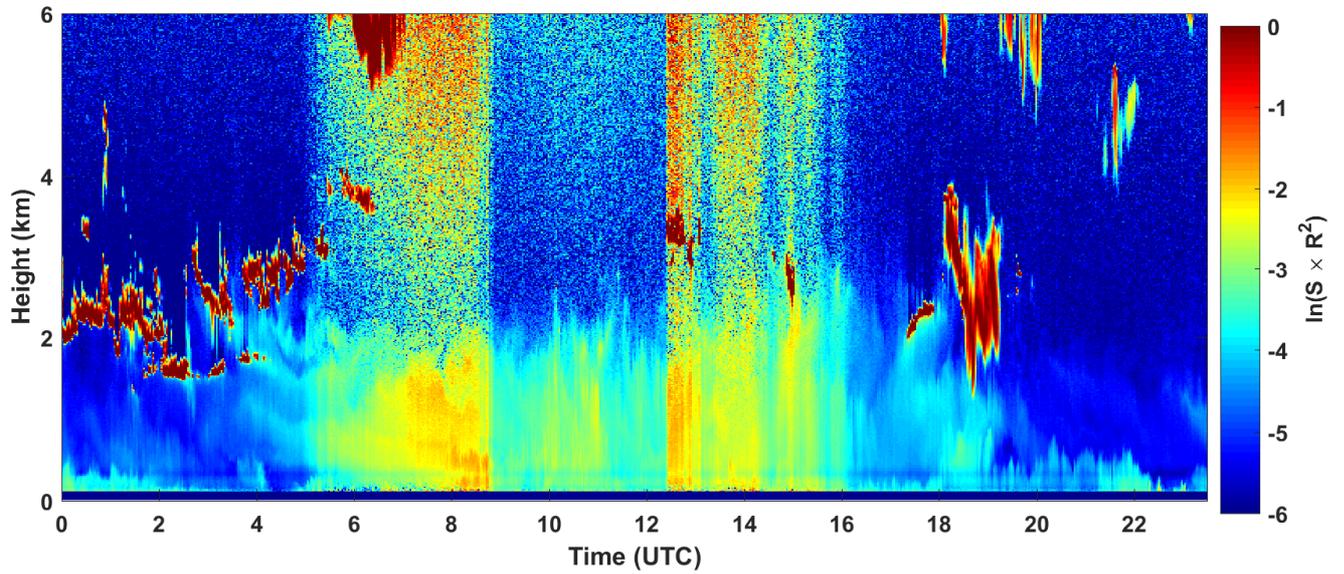
2018-03-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



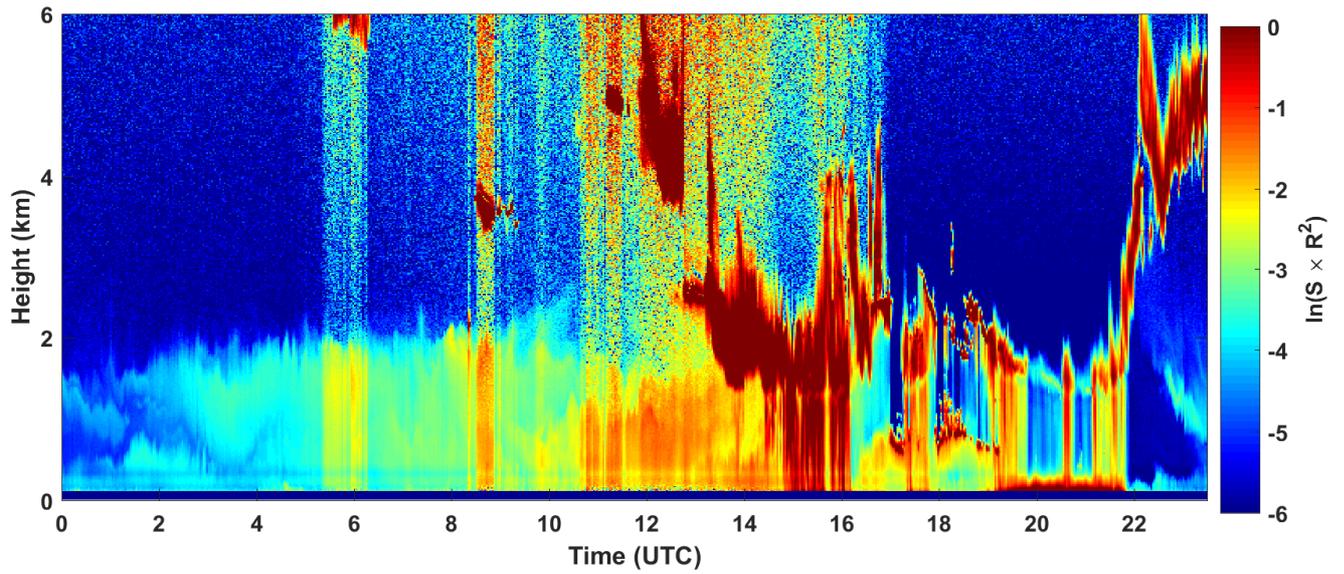
2018-03-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



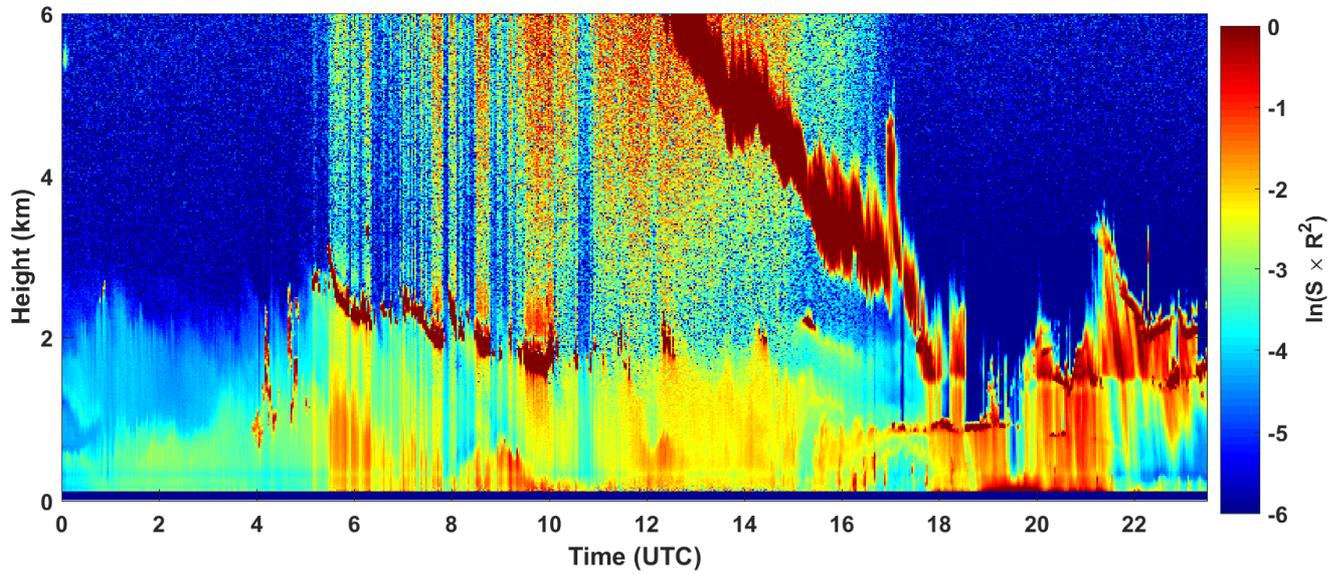
2018-03-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



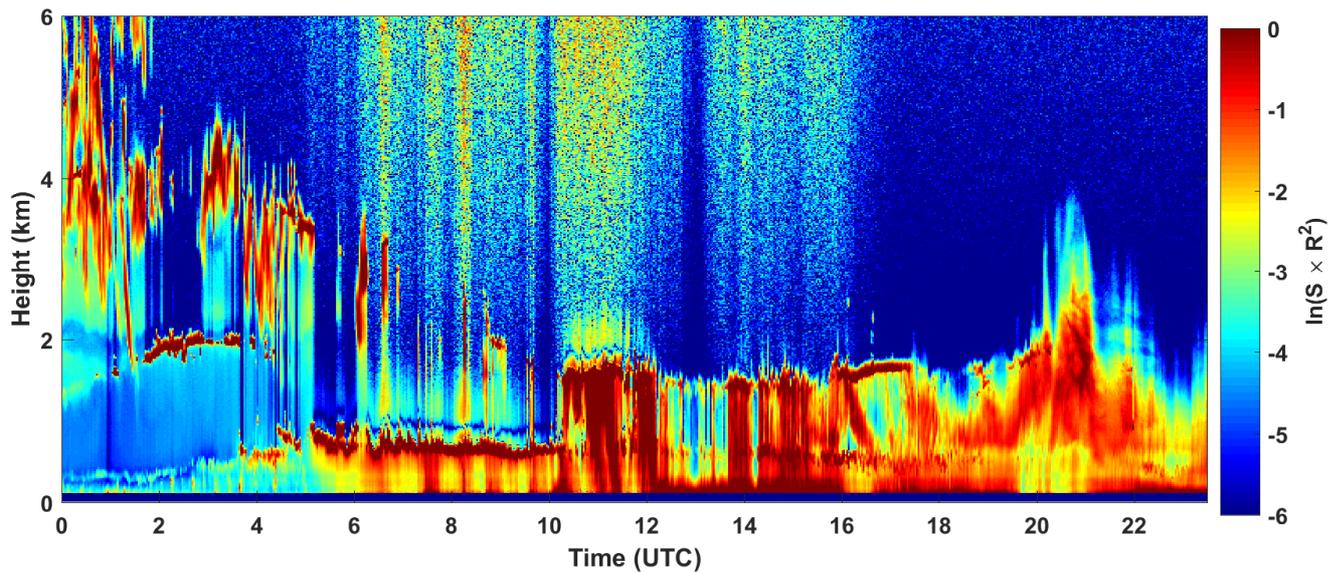
2018-03-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



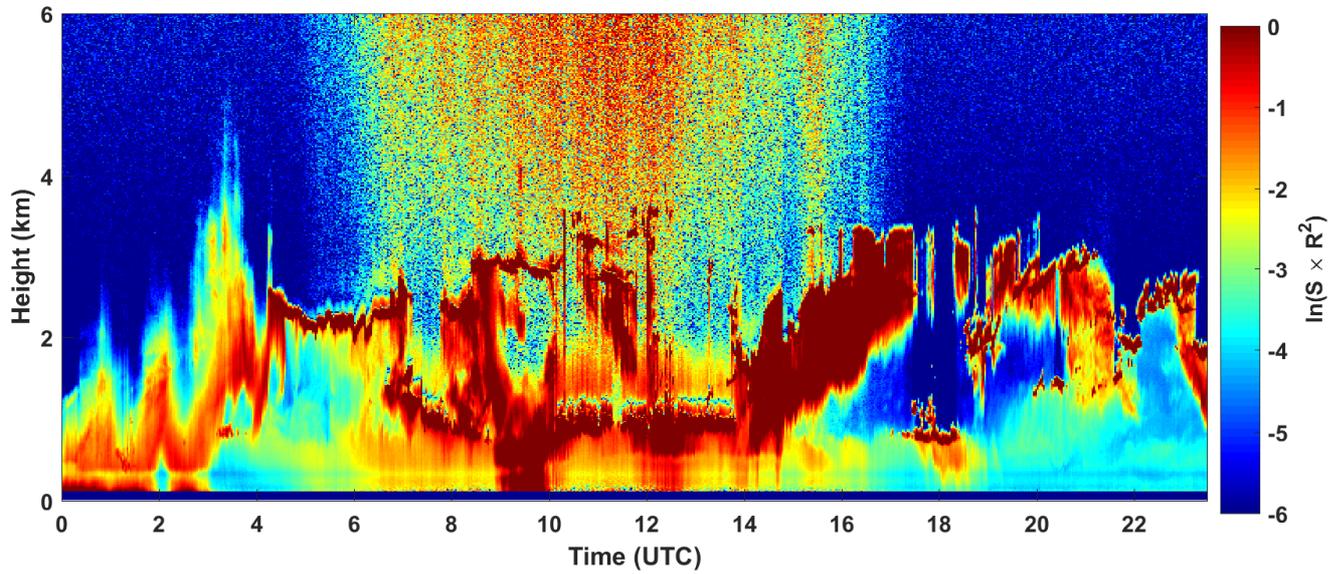
2018-03-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



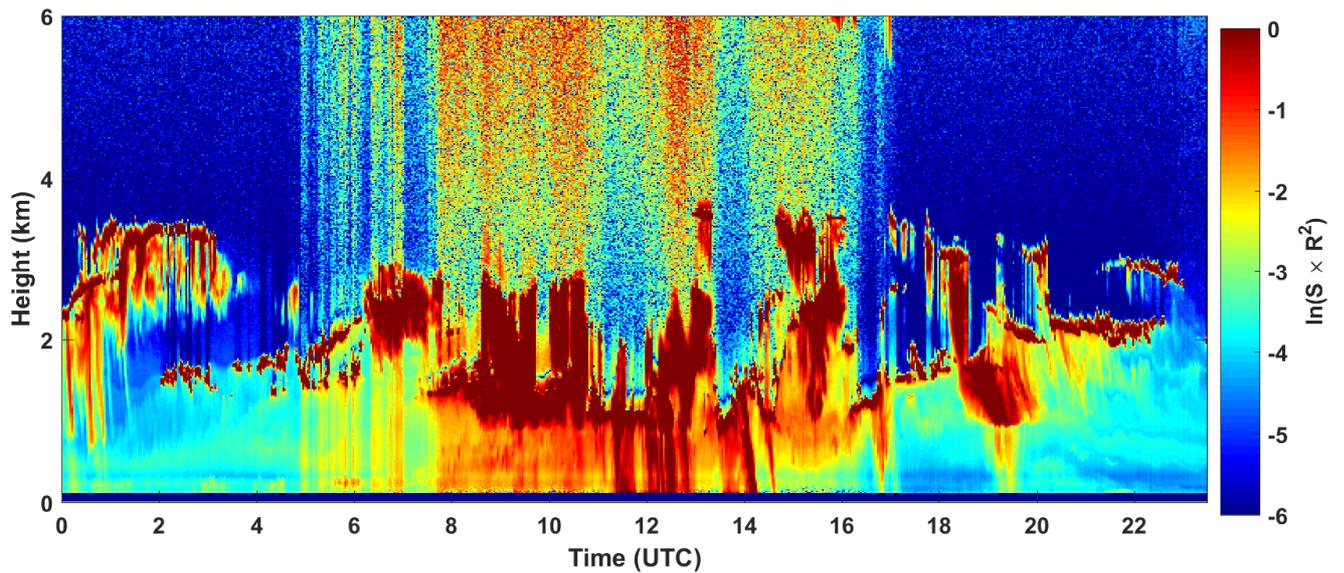
2018-03-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



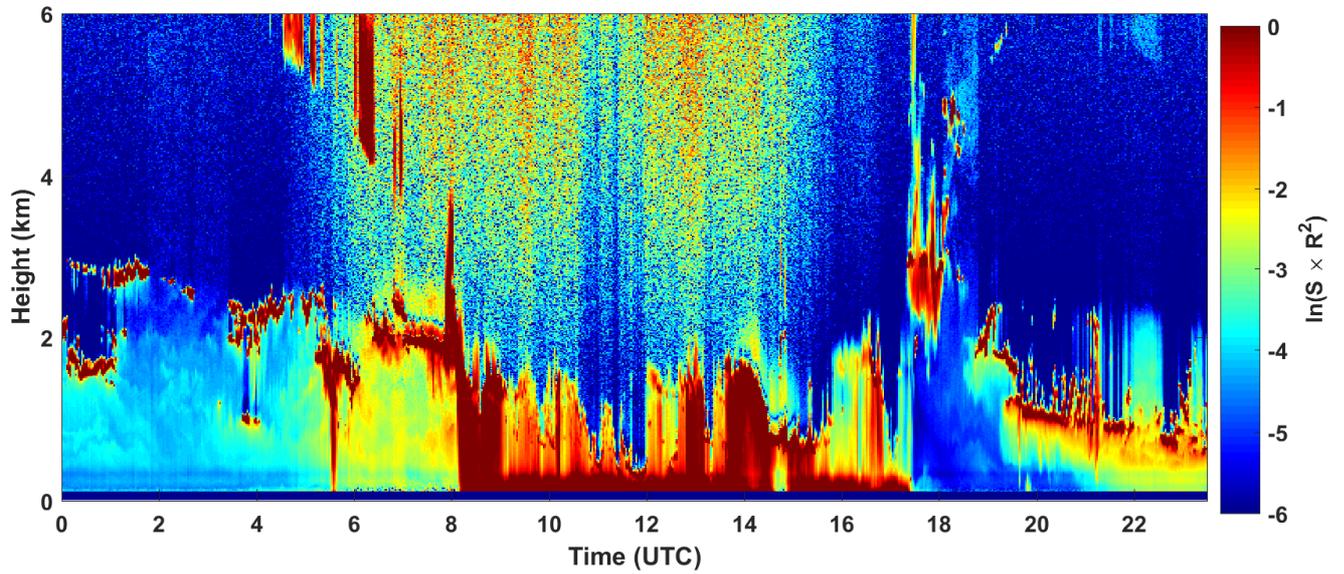
2018-03-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



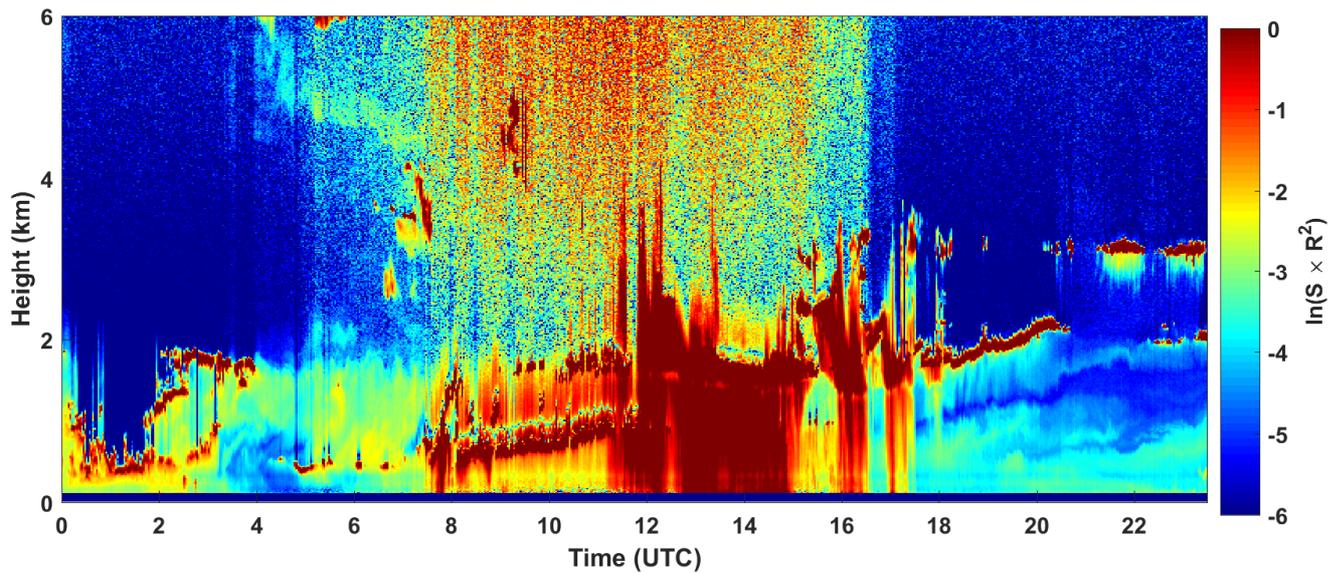
2018-03-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



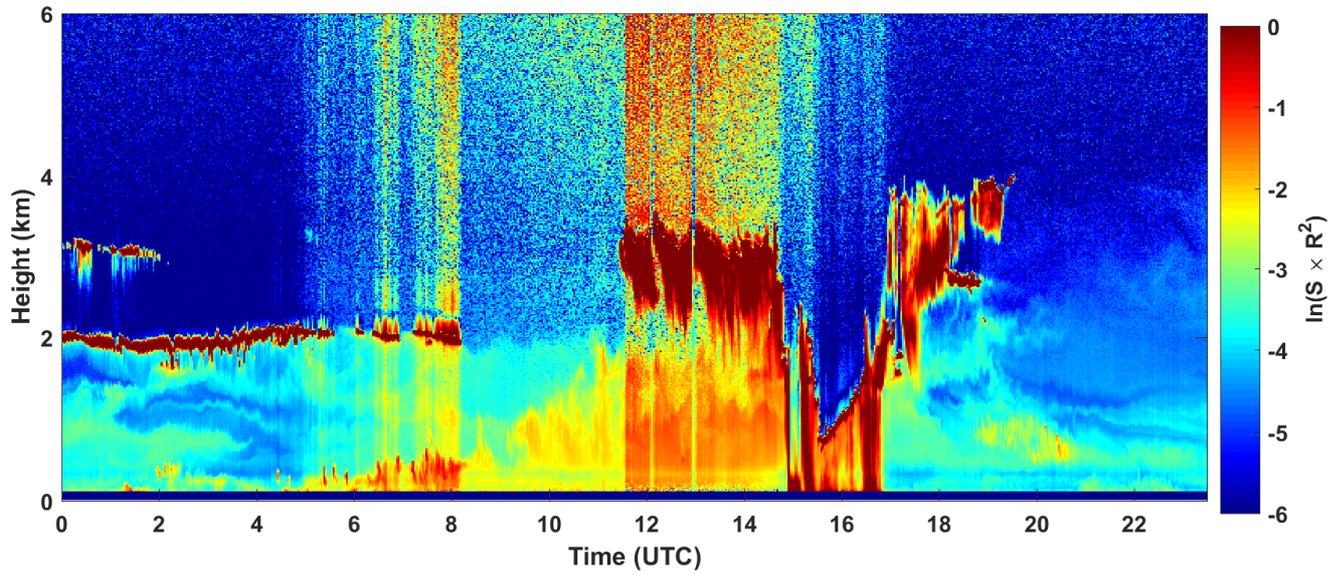
2018-03-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



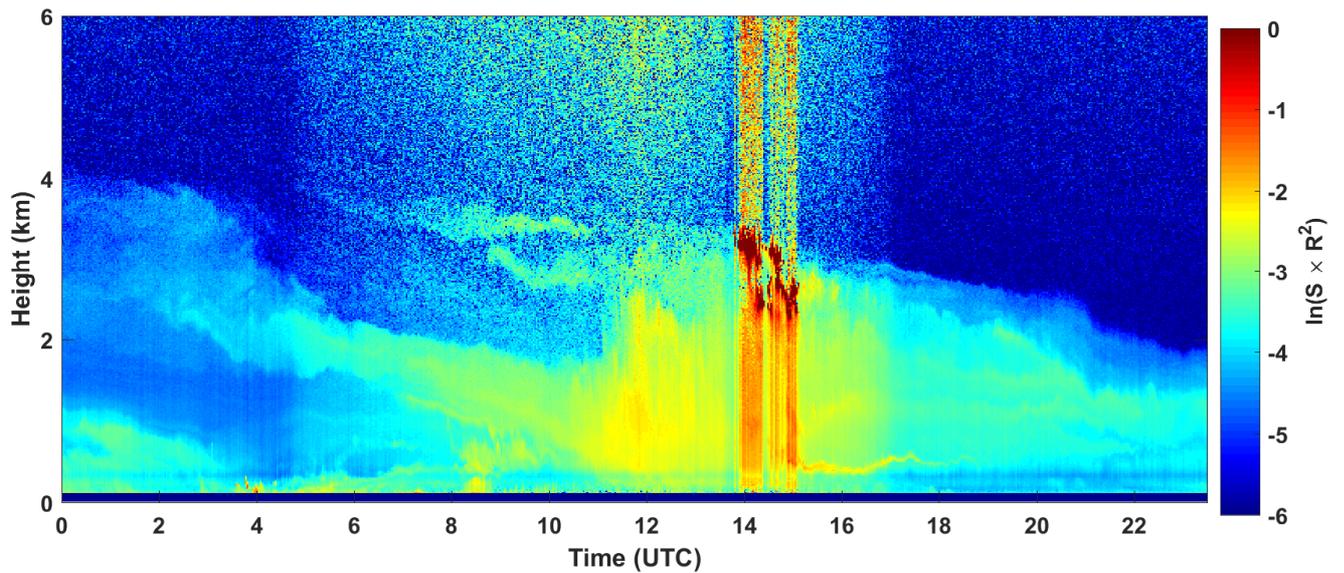
2018-03-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



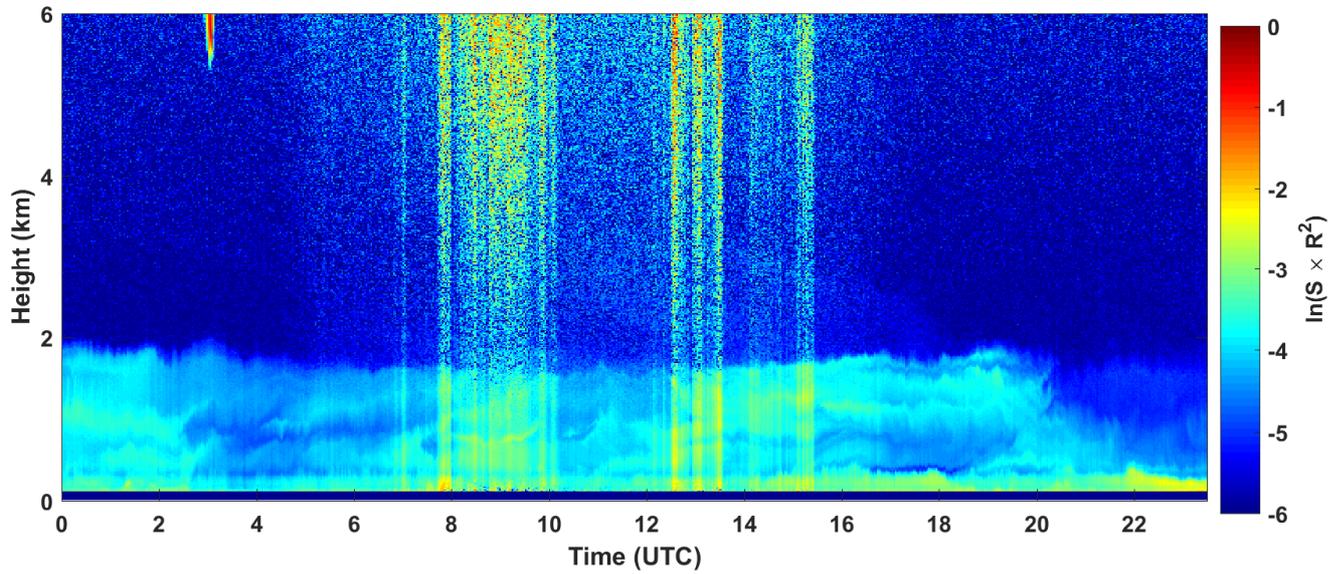
2018-03-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



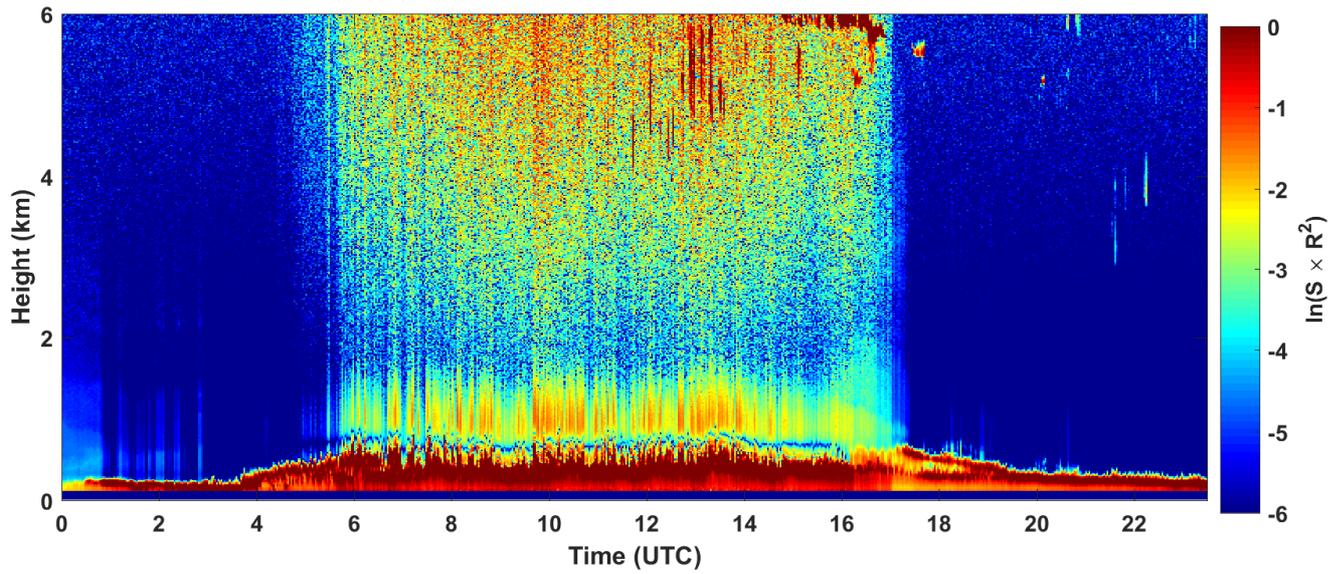
2018-03-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



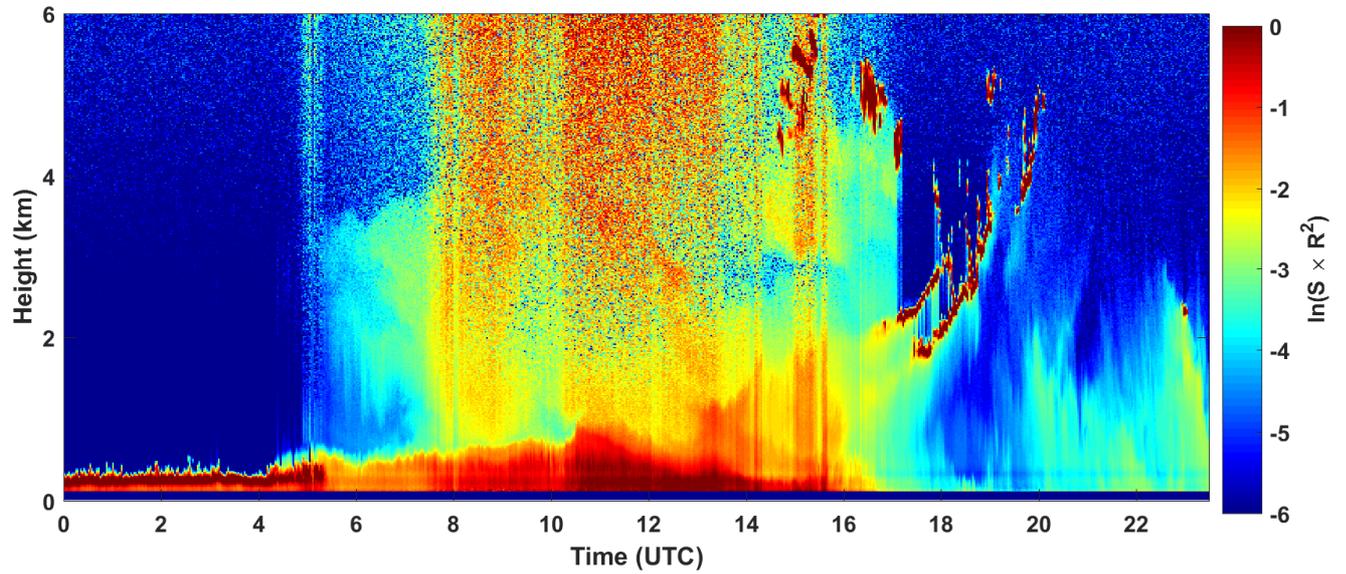
2018-03-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



2018-03-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI

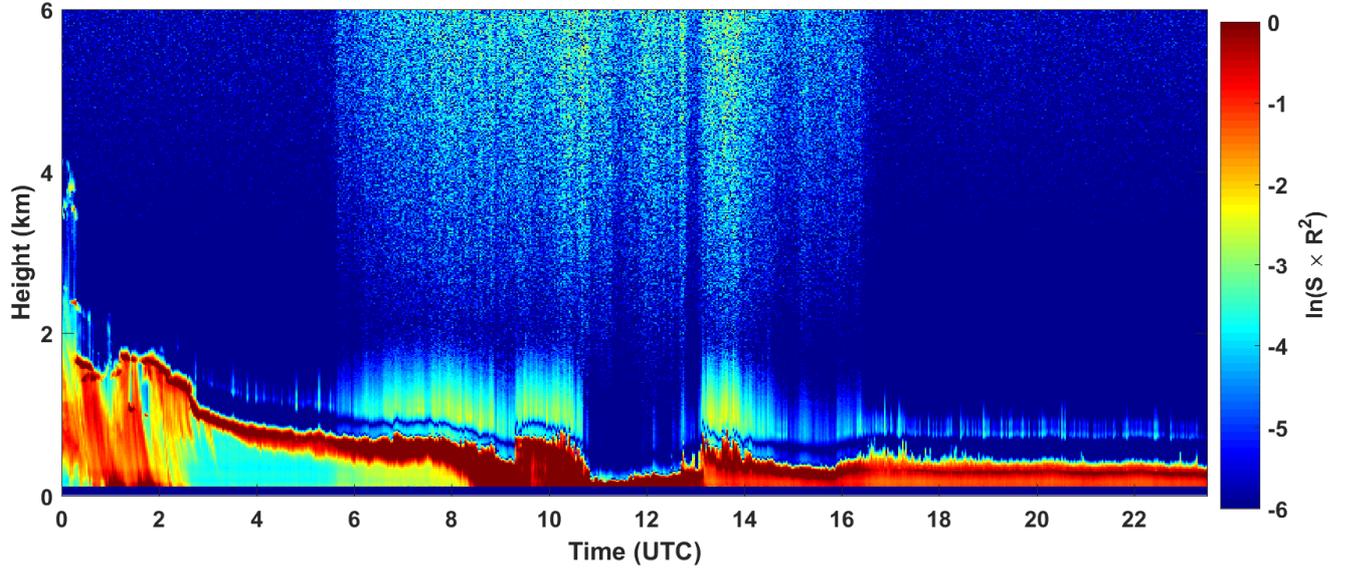


2018-03-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI

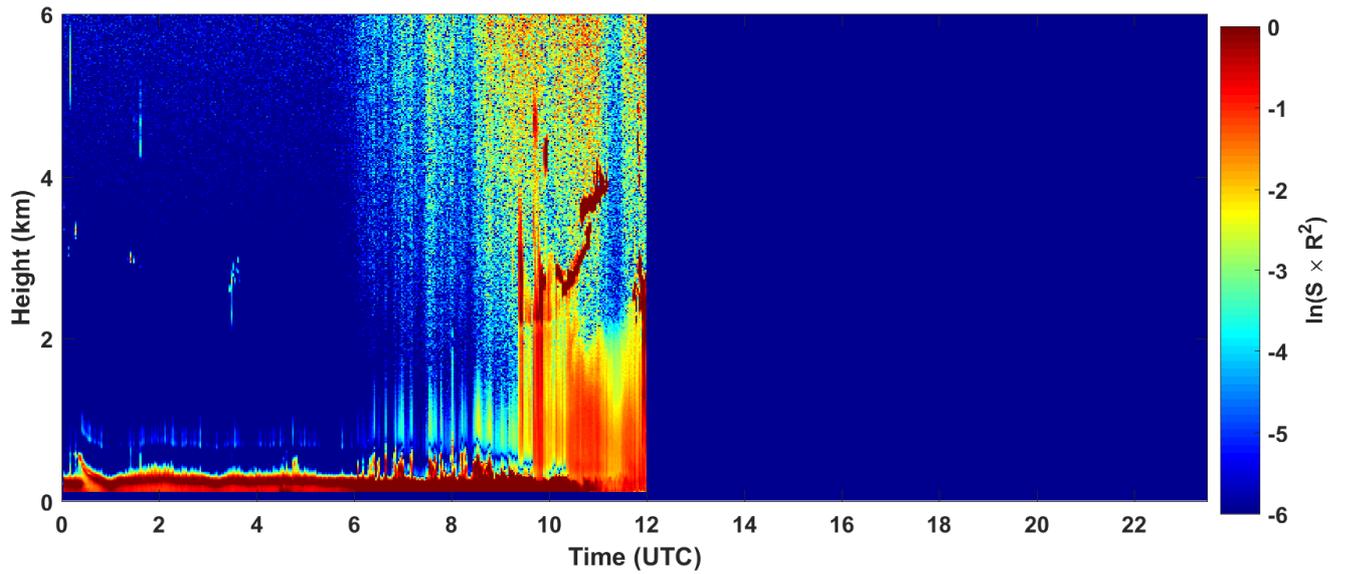


SEGNALE LIDAR3 AGGLOMERATO

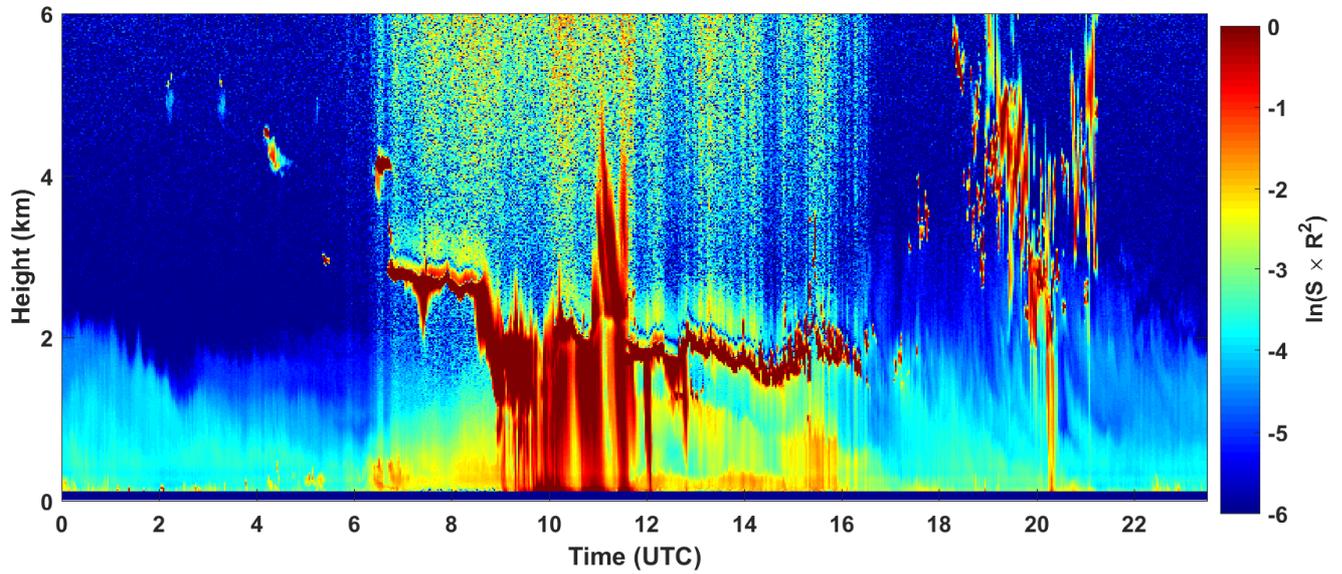
2018-03-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



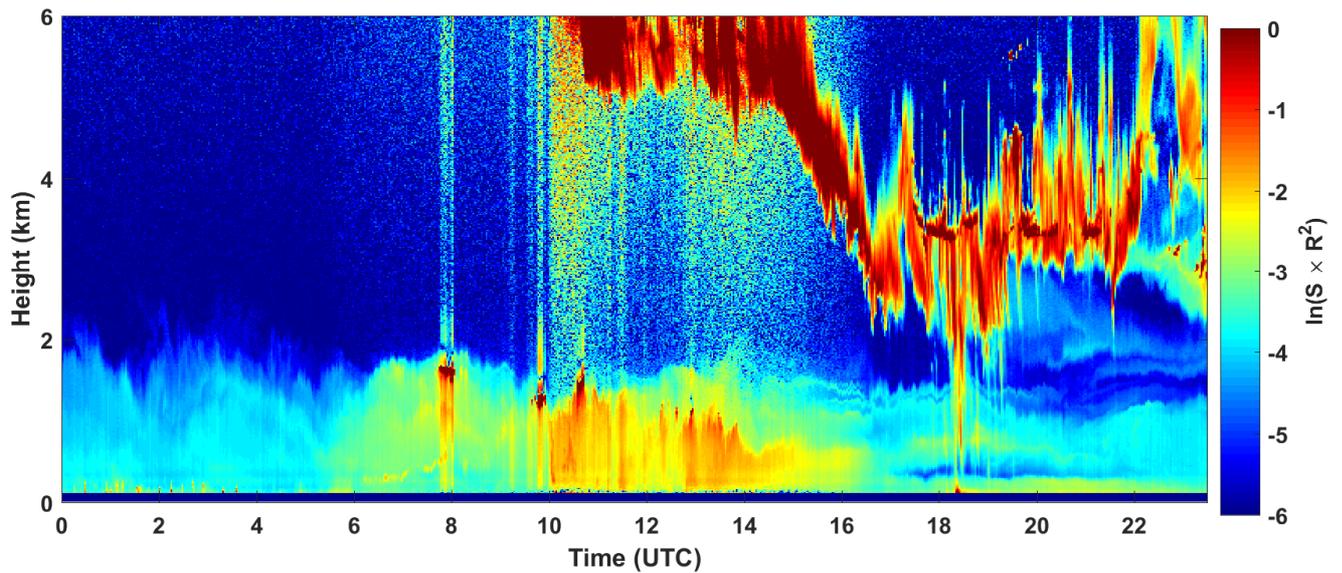
2018-03-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



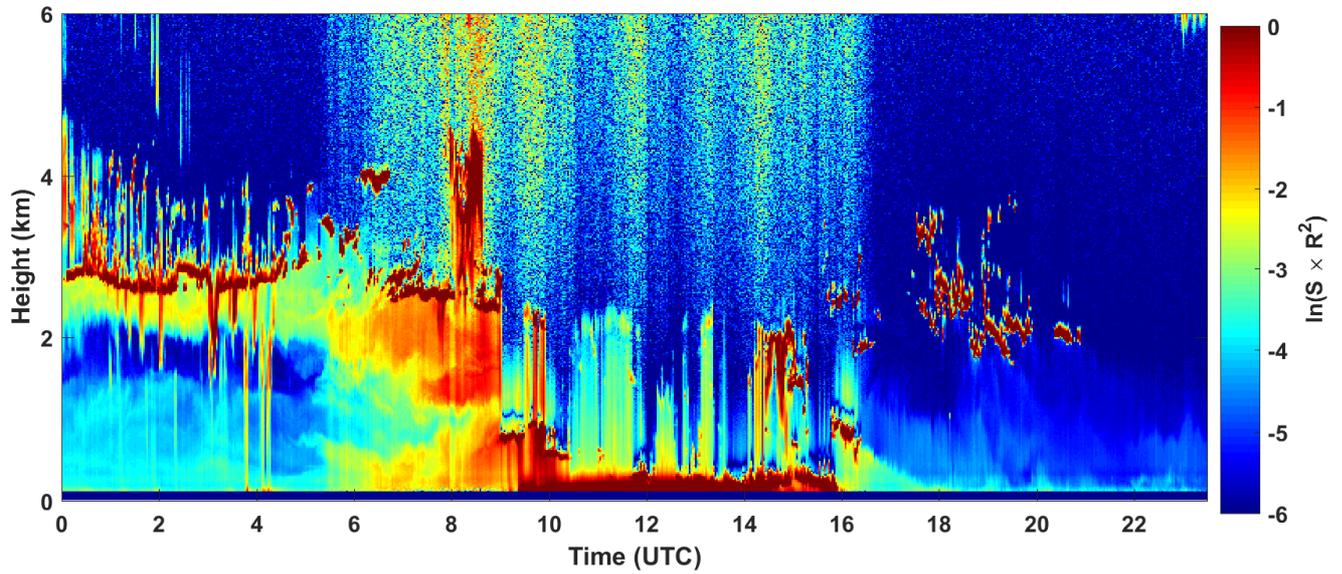
2018-03-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



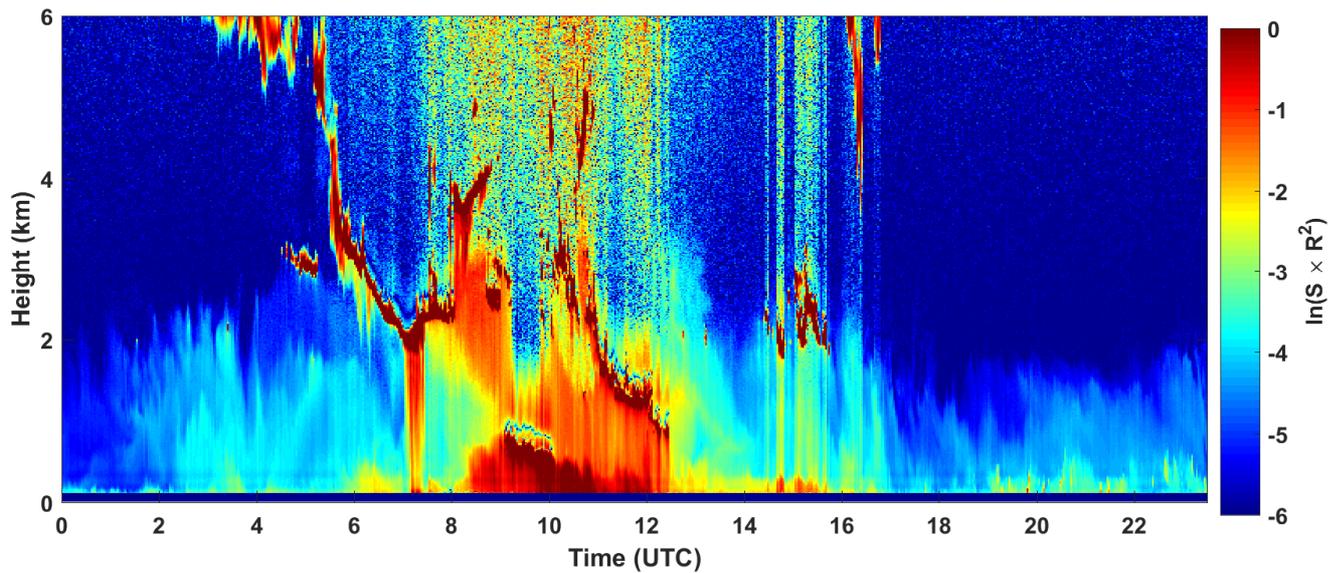
2018-03-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



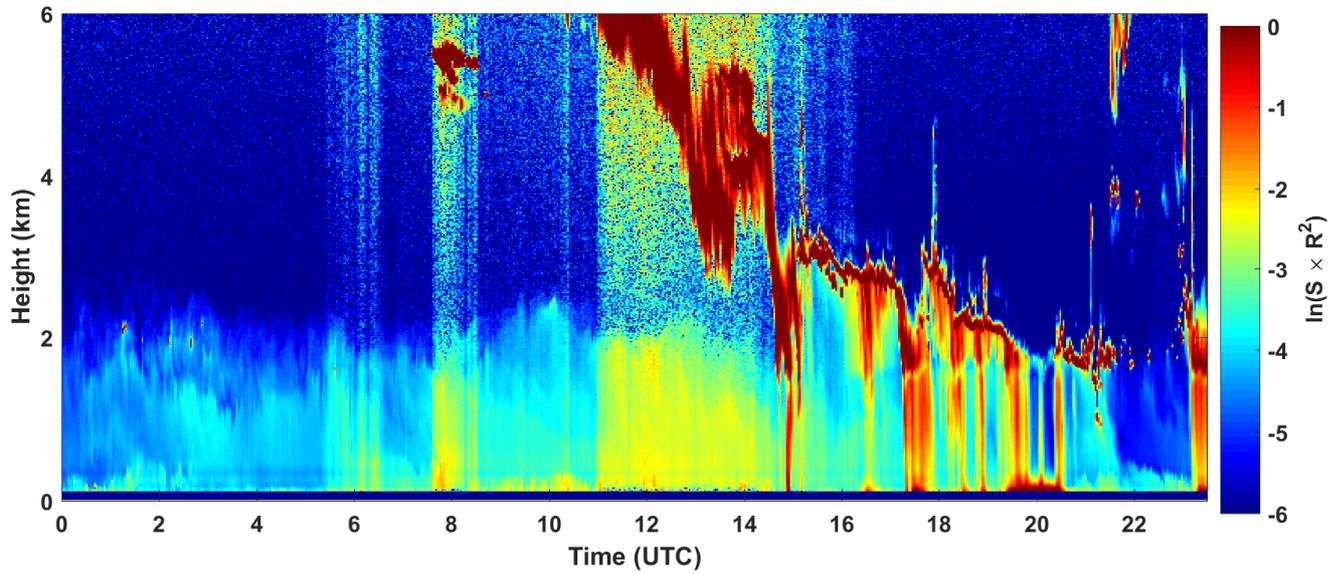
2018-03-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



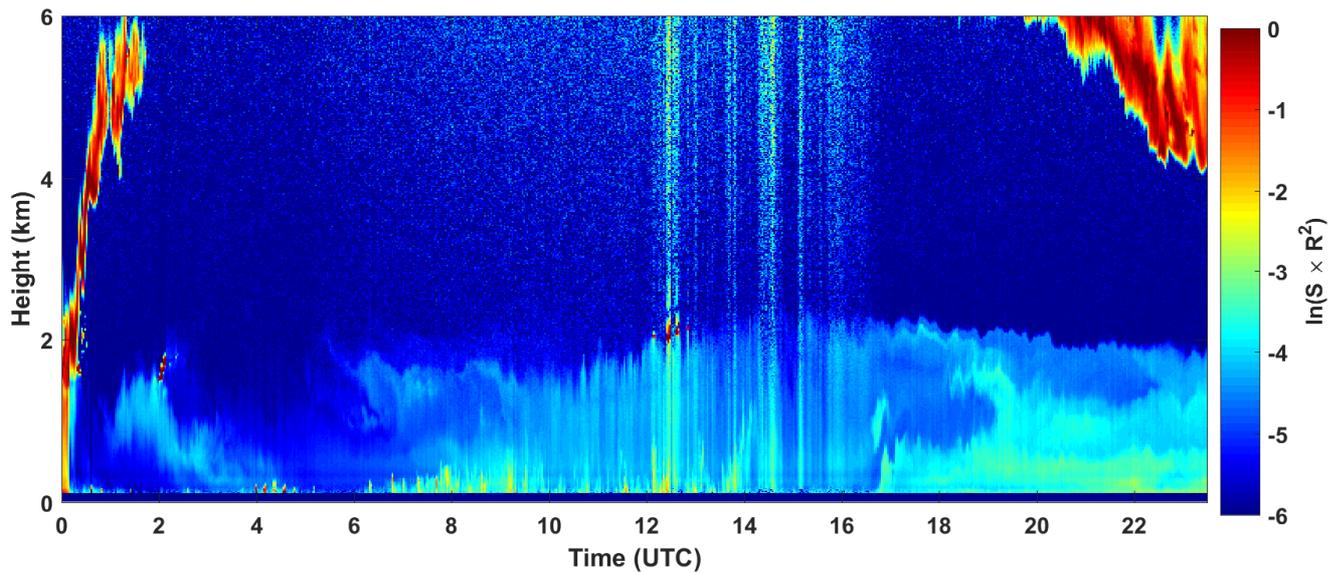
2018-03-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



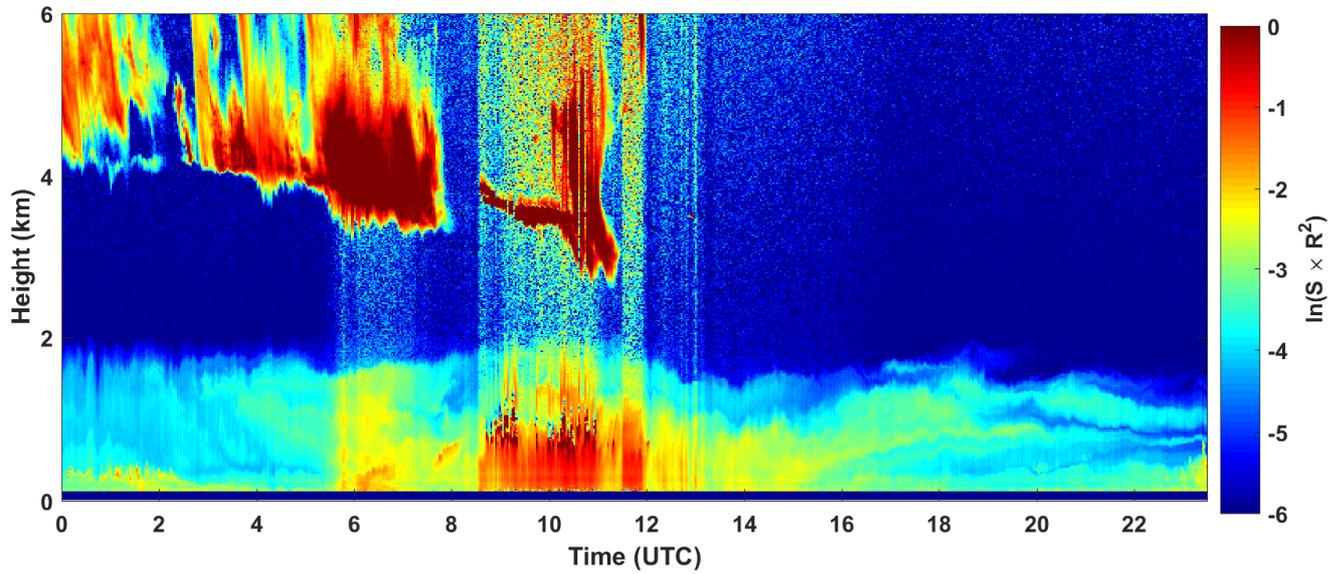
2018-03-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



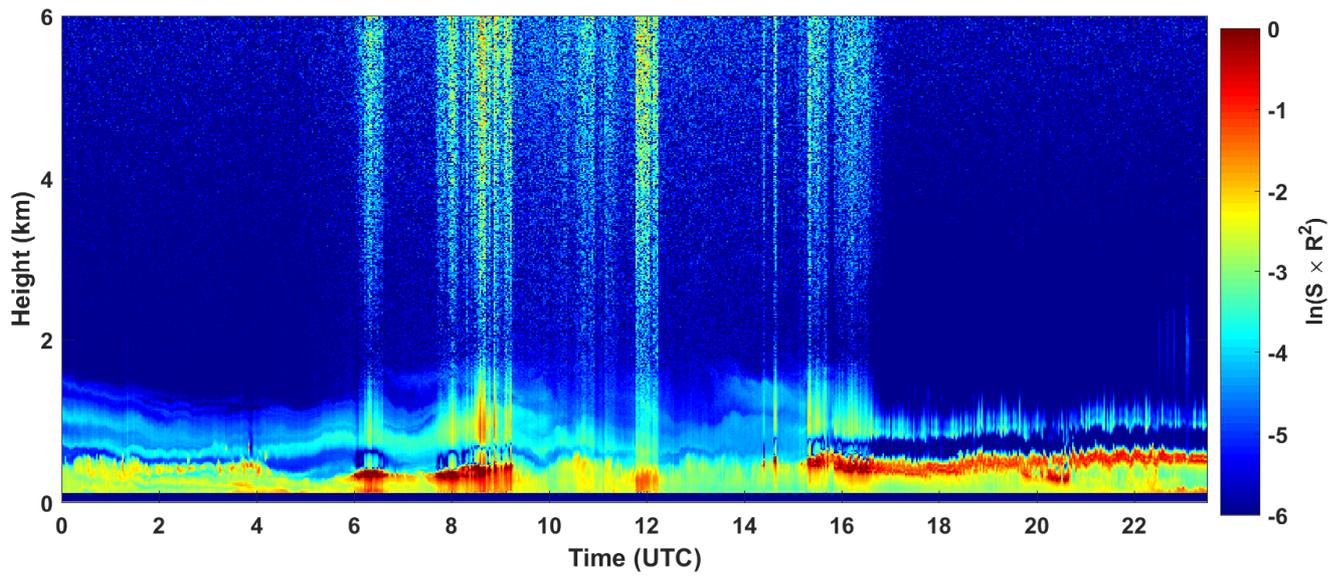
2018-03-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



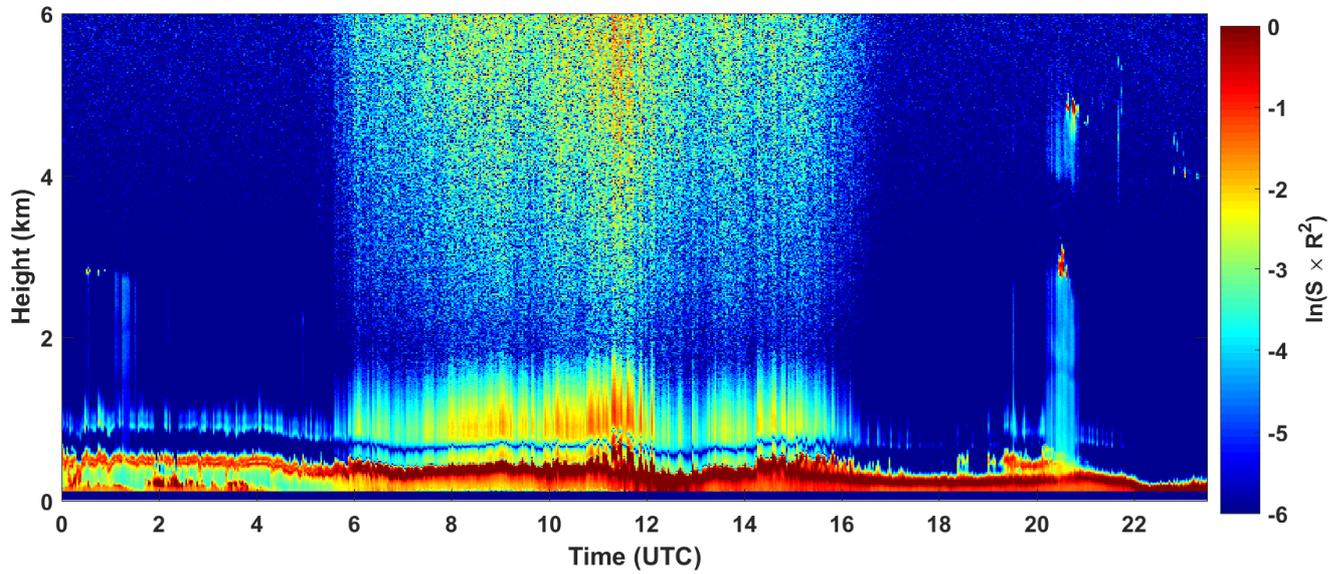
2018-03-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



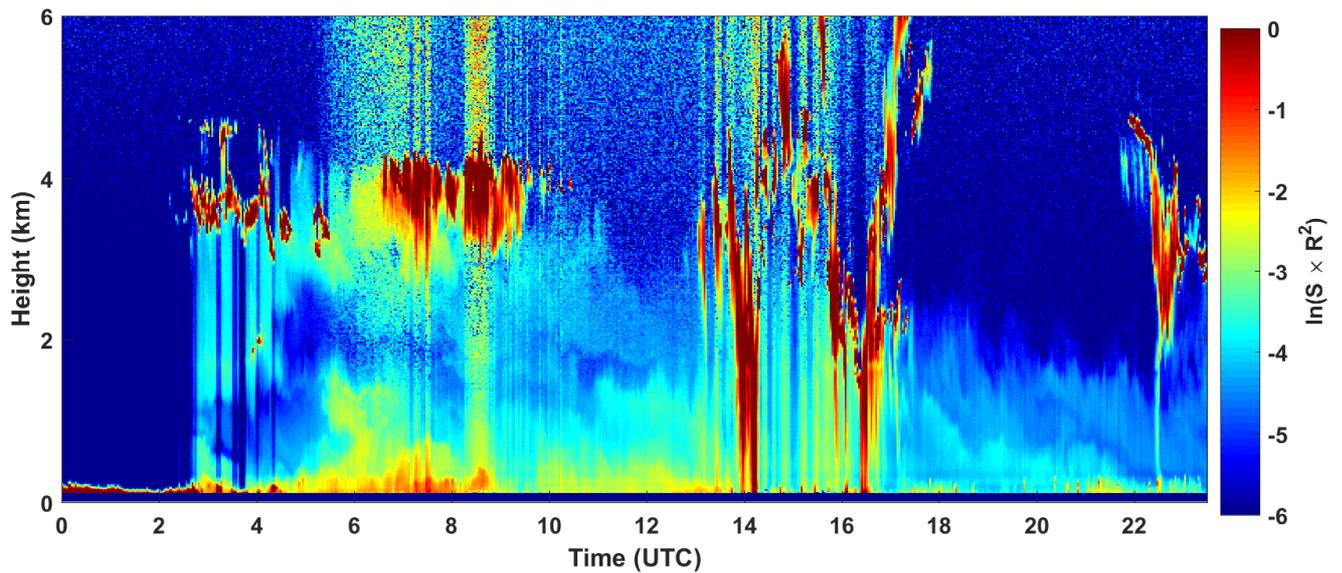
2018-03-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



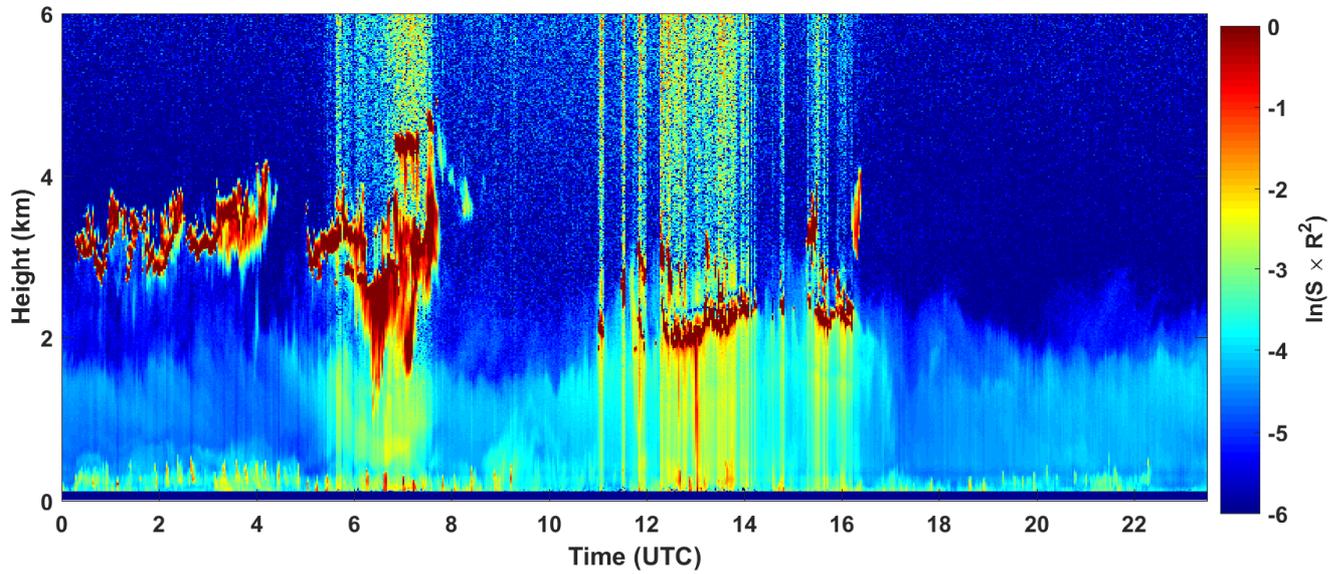
2018-03-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



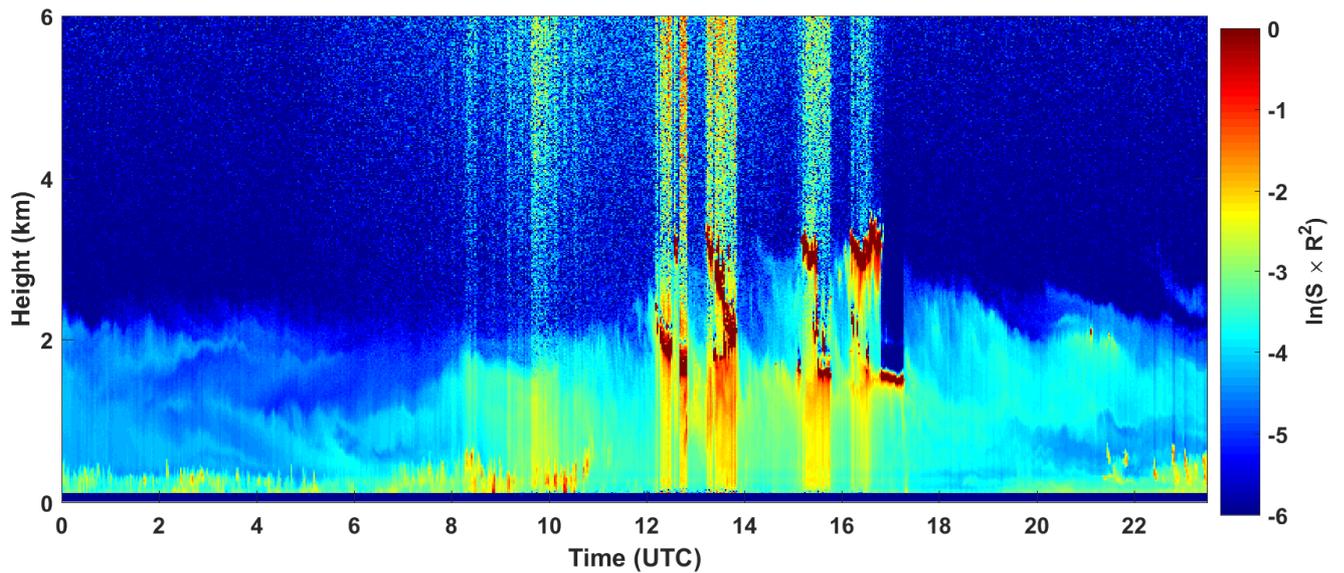
2018-03-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



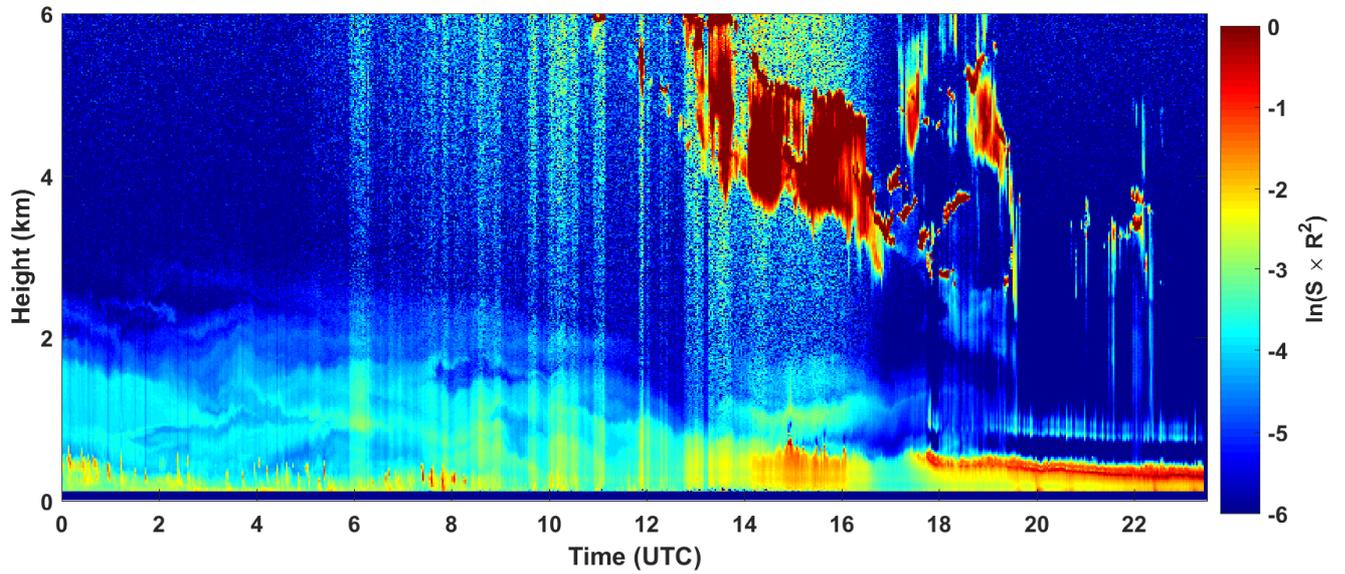
2018-03-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



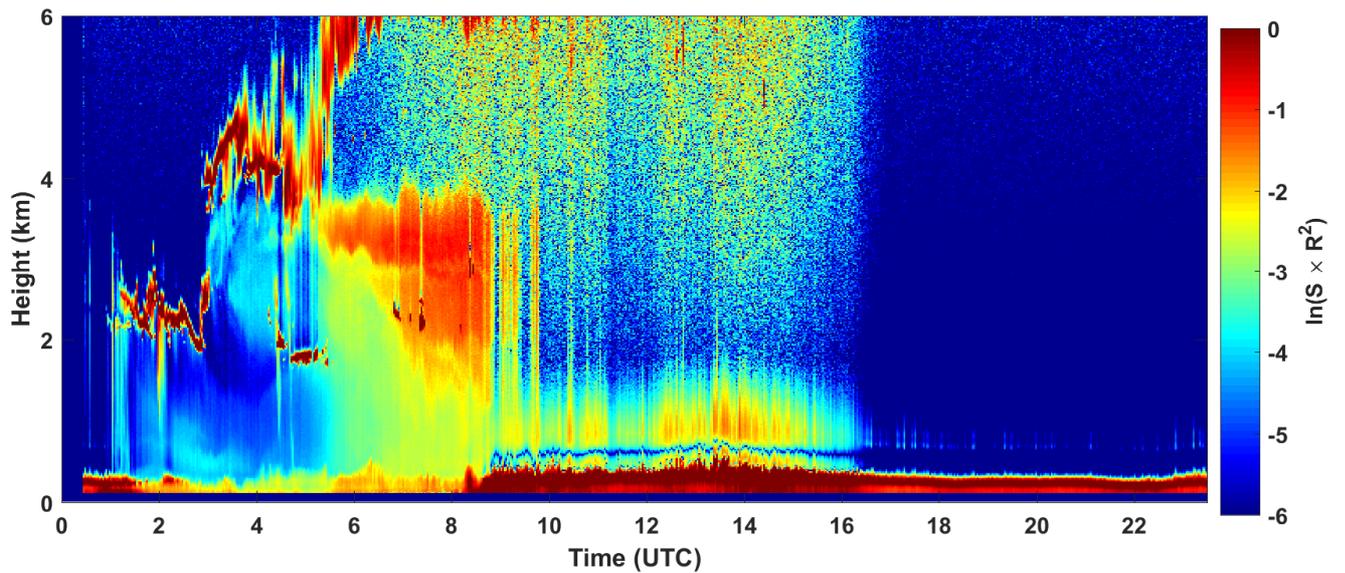
2018-03-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



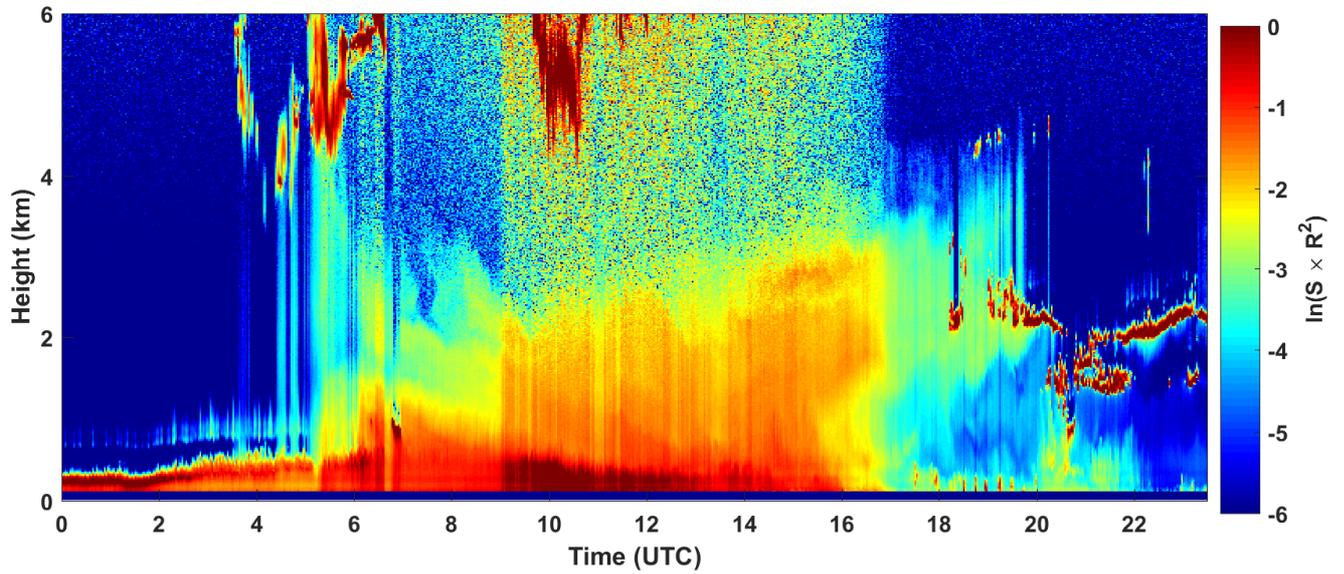
2018-03-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



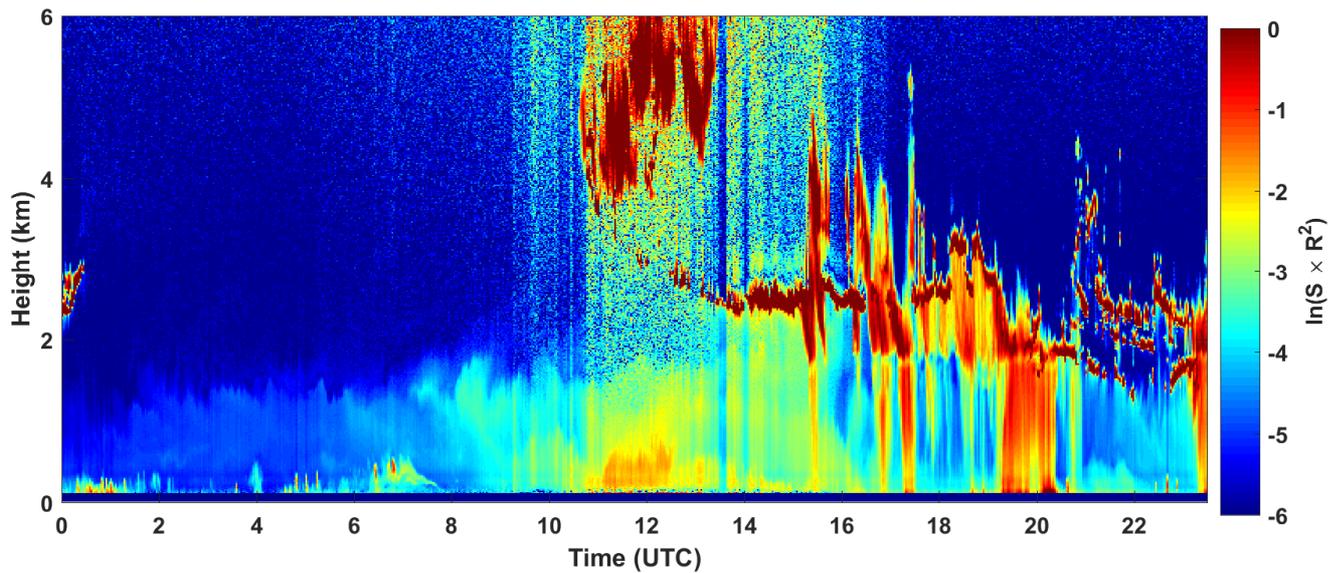
2018-03-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



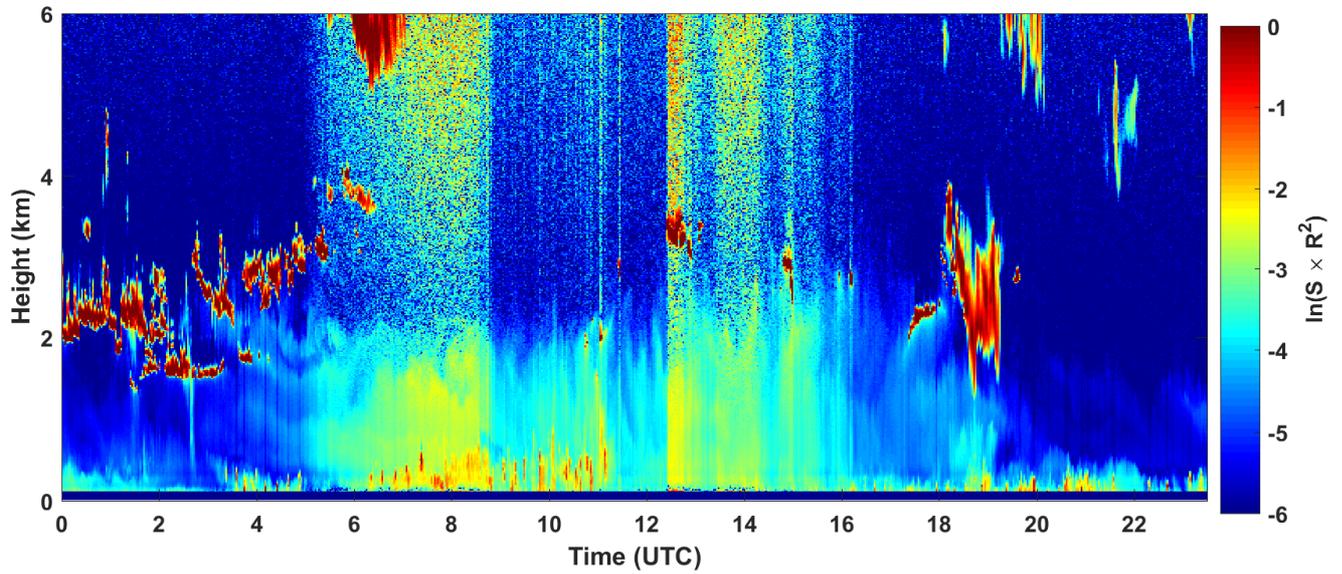
2018-03-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



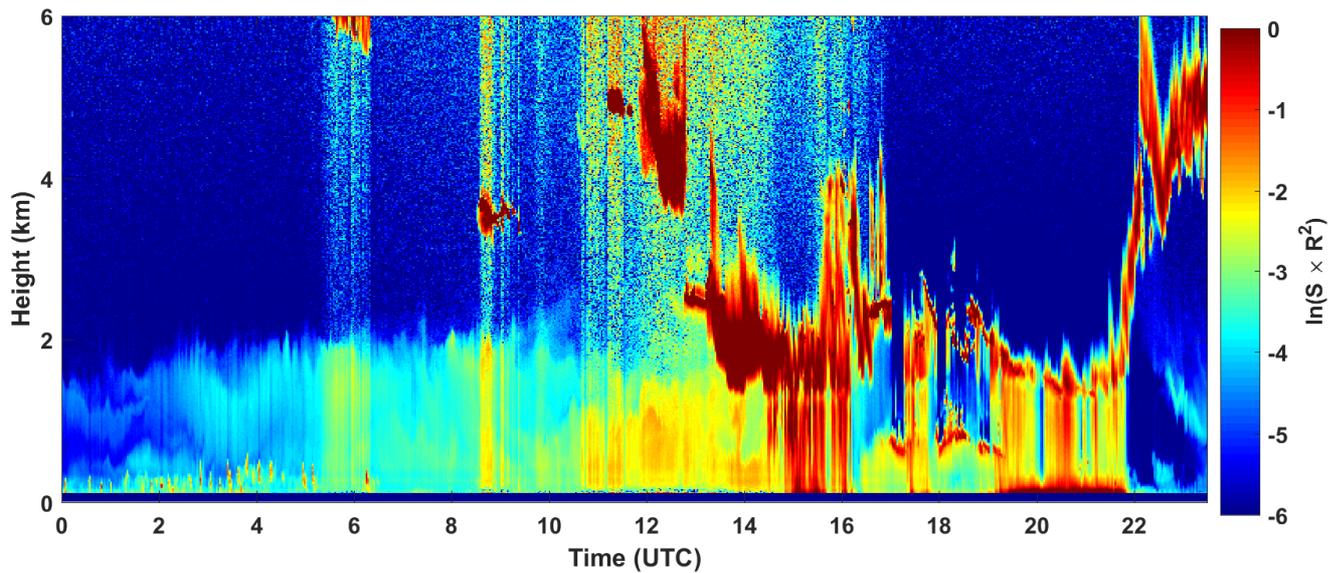
2018-03-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



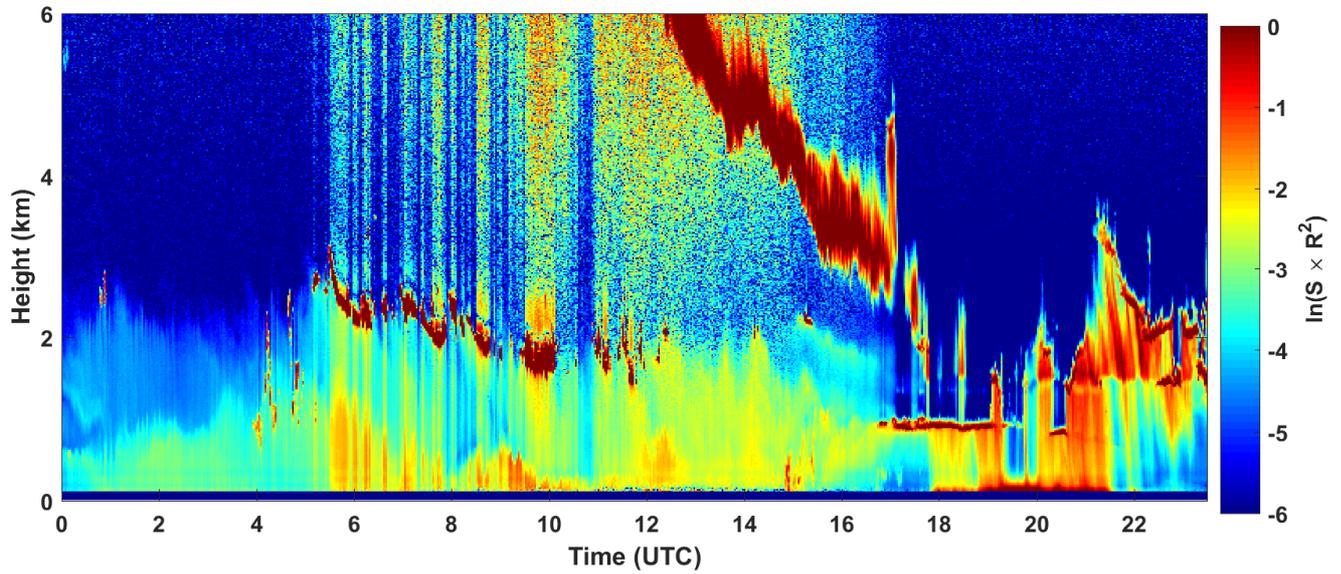
2018-03-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



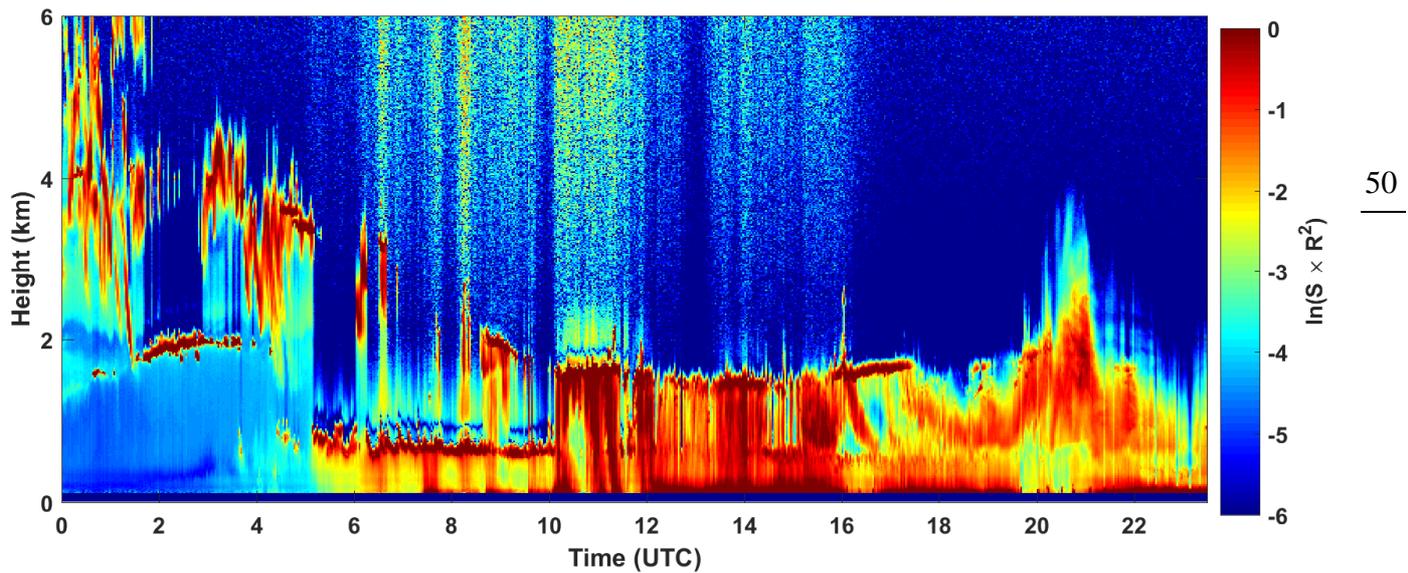
2018-03-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



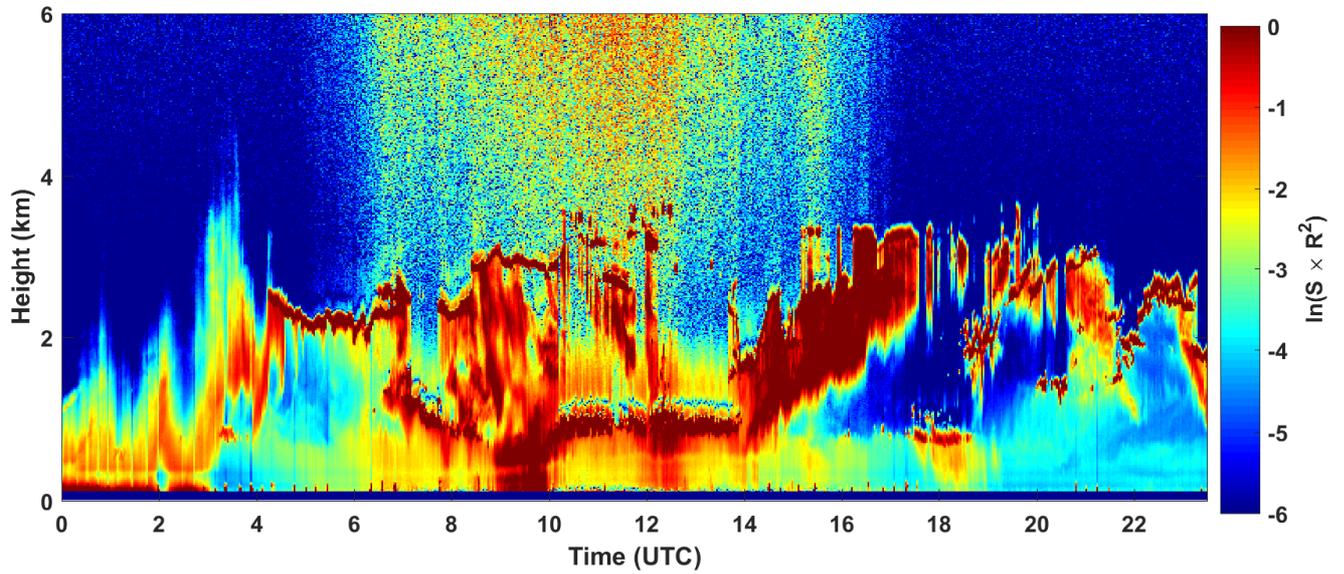
2018-03-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



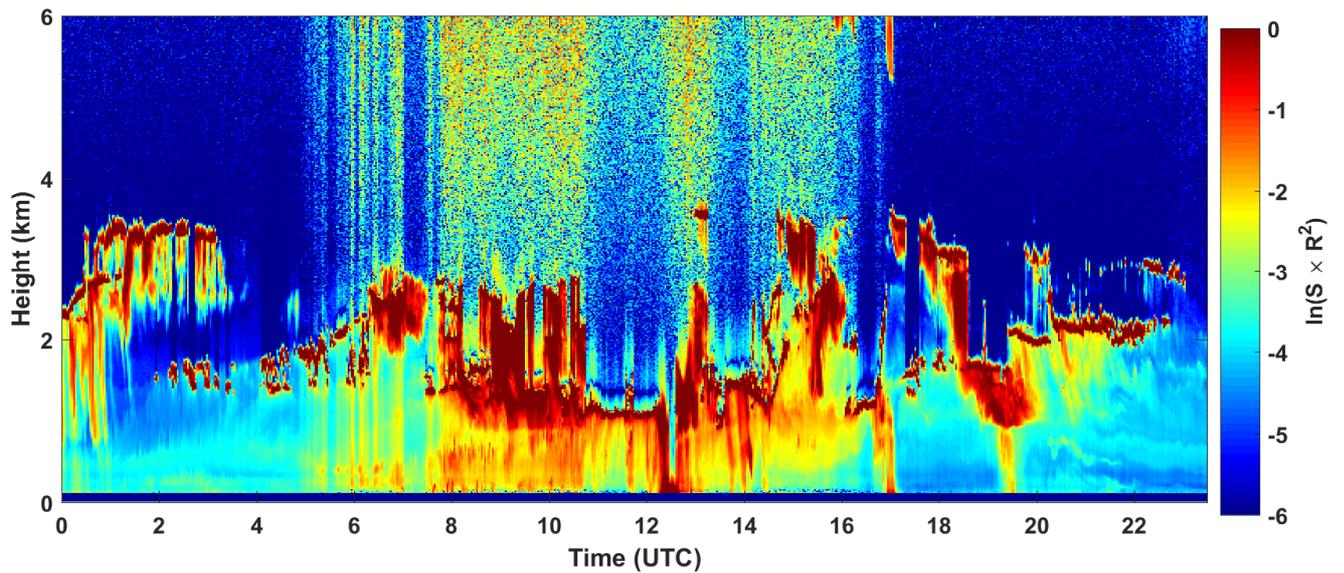
2018-03-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



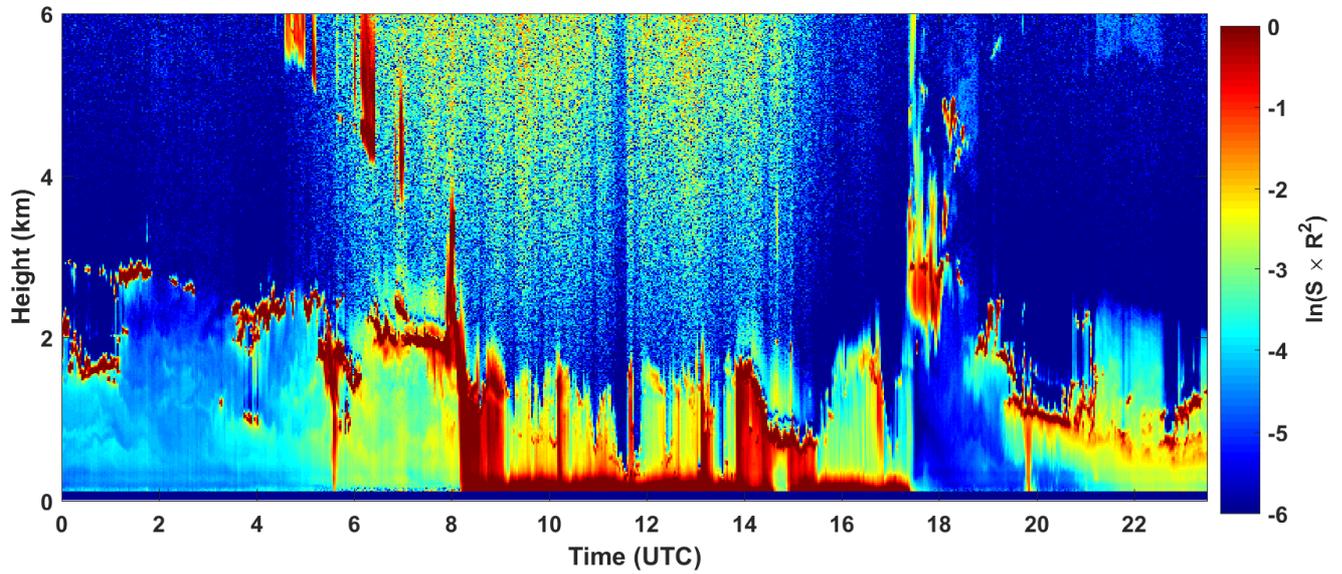
2018-03-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



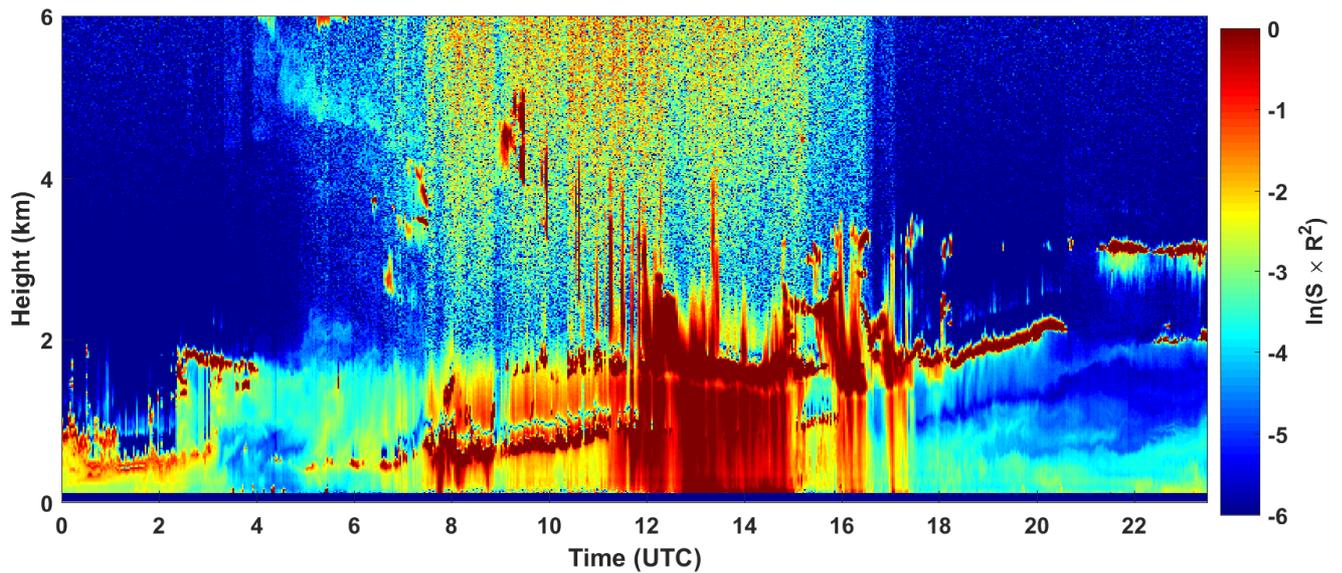
2018-03-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



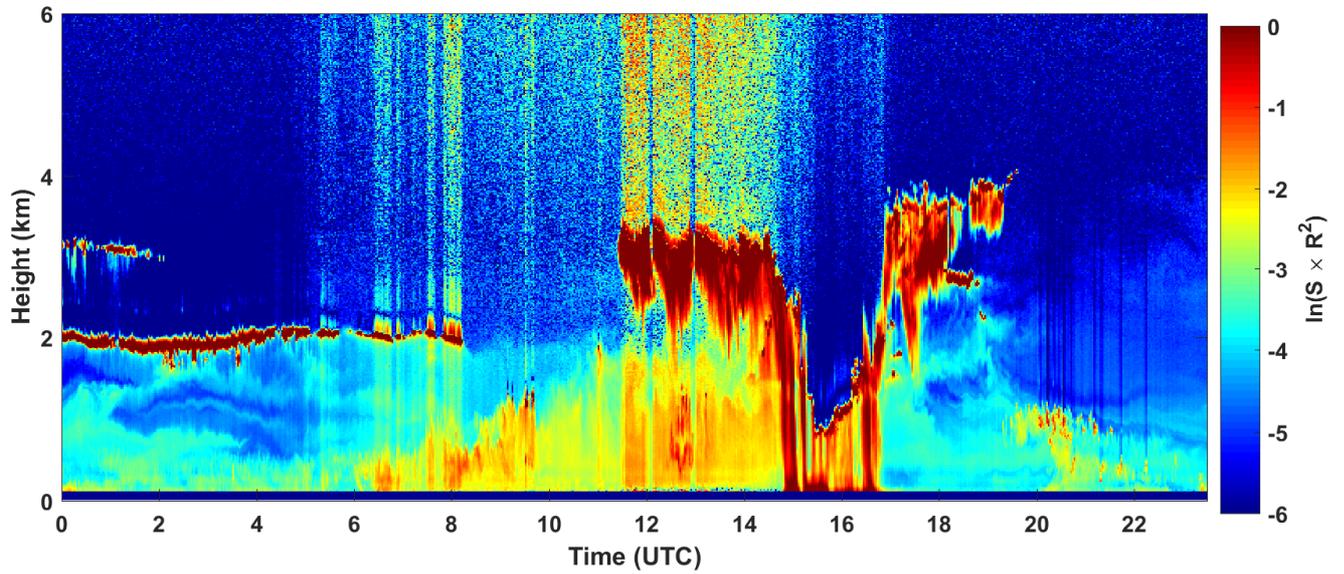
2018-03-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



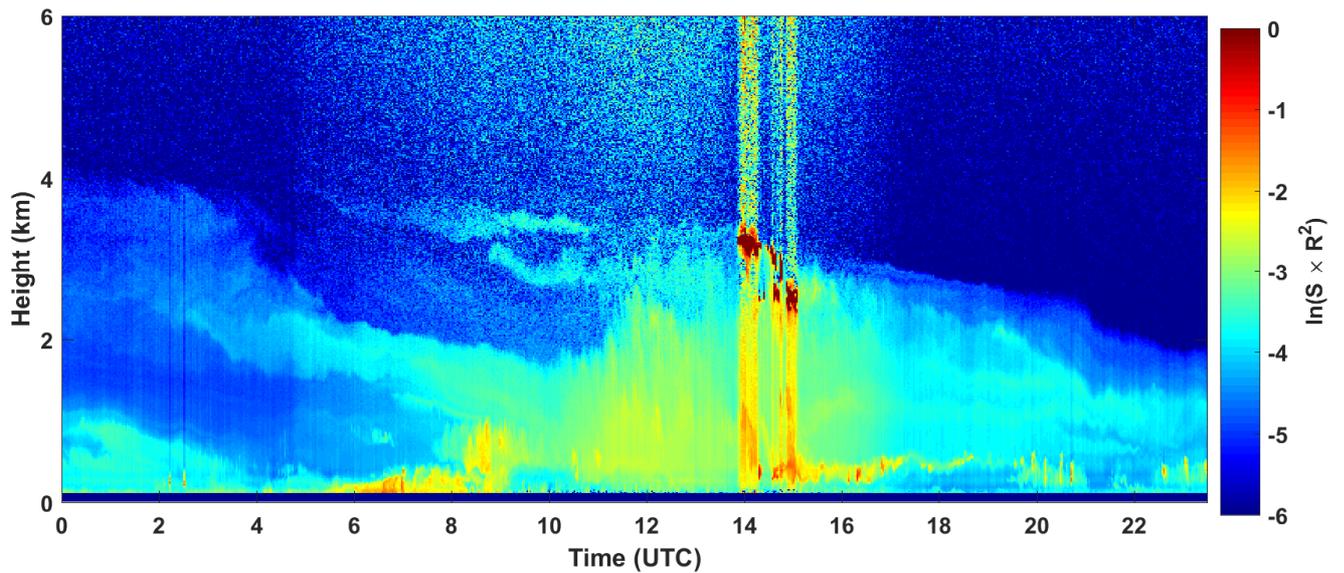
2018-03-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



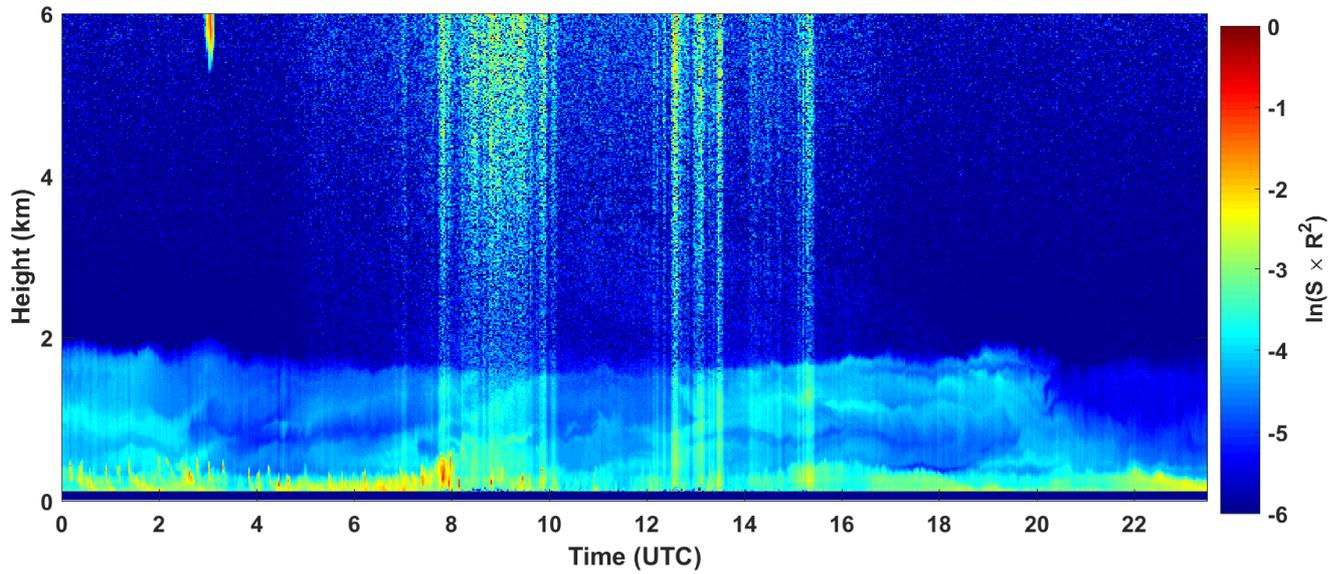
2018-03-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



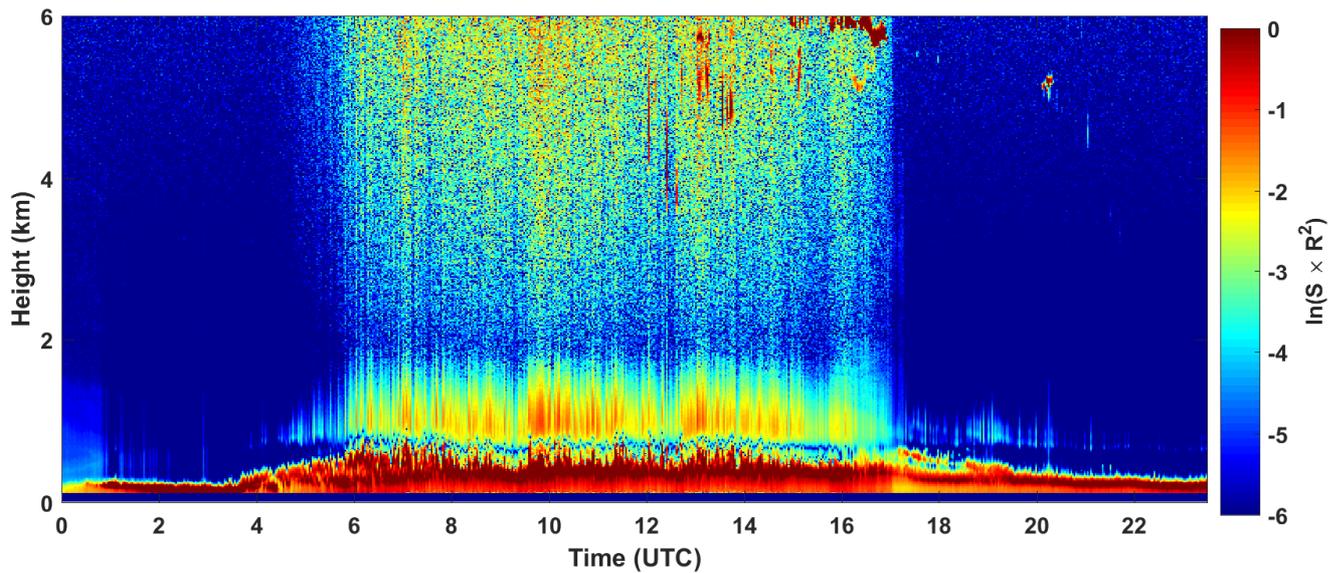
2018-03-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2018-03-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2018-03-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2018-03-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO

