



**SISTEMA OTTICO SPETTRALE -
RETE LIDAR INSTALLATA PRESSO ARCELOR
MITTAL**

REPORT DICEMBRE 2019

SERVIZIO AGENTI FISICI

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it

Rete LIDAR ARCELOR MITTAL: report mensile DICEMBRE 2019

1. Premessa

L'installazione dei sistemi LIDAR di tipo Ceilometer installati in ARCELOR MITTAL (ex 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 dalla rete ottico-spetttrale.

Si premette che i dispositivi LIDAR Ceilometer, normalmente impiegati per applicazioni meteorologiche, consentono di ricavare utili informazioni circa le caratteristiche della colonna d'aria sovrastante lo strumento e pertanto di individuare qualitativamente la presenza di nuvole, banchi di nebbia o strati di aerosol (senza tuttavia distinguere se si tratti di aerosol di origine naturale o antropica). Si specifica, come già riportato nei report precedentemente pubblicati sul sito web di ARPA Puglia al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/doas_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. Pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, è possibile effettuare, basandosi sui dati LIDAR, unicamente valutazioni qualitative.

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 dello stato 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 idoneo alla descrizione del PBL in orari diurni.

Nel presente report sono riportate le elaborazioni/analisi dei dati prodotti dalla rete LIDAR nel mese di **DICEMBRE 2019**, 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) e dei giorni oggetto di segnalazioni di eventi anomali riscontrati dal CRA (Centro Regionale Aria) di ARPA PUGLIA;
- stimare l'altezza dello strato di rimescolamento (MLH) caratterizzante il mese in esame.

2. I sistemi LIDAR della rete ARCELOR MITTAL

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

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-riflessi 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 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.

3



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

3. 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 qualitativa del segnale Lidar nel mese considerato si evidenzia, sui siti di installazione dei LIDAR:

- segnale compatibile con la presenza di nubi, nebbia e/o precipitazioni in tutti i giorni di Dicembre. Si evidenzia, 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;
- valori della mediana giornaliera del parametro "STATE OPTICS" inferiori al 50% per il stazione LIDAR2-PARCHI in corrispondenza dei giorni 29-30-31 Dicembre. In base a quanto comunicato dalla ditta Project Automation con nota C 3285-0004-MF (acquisita da ARPA Puglia con prot. n.2436 del 15/01/2020), valori del parametro in esame (indicativo della capacità trasmittiva delle ottiche interne allo strumento) inferiori al 50% inficiano la validità dei files di output prodotti dallo strumento, pertanto i 3 giorni indicati non sono stati considerati ai fini delle analisi presenti nei paragrafi seguenti.

Si sottolinea, a riguardo del comportamento frequentemente evidenziato dalla stazione LIDAR2 – PARCHI nell'anno 2019, che il sito di installazione della suddetta stazione è stato interessato dai lavori di copertura dei parchi primari, con conseguente incremento della quantità di polvere in sospensione che può depositarsi sulle ottiche dello strumento inficiandone il corretto funzionamento.

4. Analisi dei dati del mese di DICEMBRE 2019

4.1. Segnalazione di eventi di dust e di eventi anomali

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 20 e 21 Dicembre.

Dalle immagini del segnale LIDAR giornaliero, riportate in allegato, è possibile osservare, per entrambi i giorni in esame, regioni caratterizzate da una elevata intensità del segnale; esse risultano essere compatibili con la presenza di nuvolosità insistente e precipitazioni sporadiche, elementi confondenti che non consentono di effettuare un'interpretazione univoca del segnale LIDAR.

4.2. Eventi anomali

Nel mese in esame, è pervenuta dal servizio Ufficio Relazioni con il Pubblico di ARPA Puglia una segnalazione di evento anomalo relativo alla serata del giorno 06 Dicembre, consistente nell'emissione di pennacchi emissivi in corrispondenza dello stabilimento siderurgico.

L'analisi visiva delle immagini LIDAR per il giorno in questione, riportate in Allegato nell'intervallo di quote 0-6 km, evidenzia la presenza di regioni caratterizzate da aumenti di intensità del segnale compatibili con la presenza di precipitazioni sui siti di installazione dei LIDAR, elementi confondenti che non consentono di effettuare un'interpretazione univoca del segnale LIDAR.

4.3. Altezza dello strato di rimescolamento

Il parametro MLH giornaliero è stato ricavato con periodo temporale pari a 5 minuti 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. 2, sono espressi come "giorno tipo" per il mese di DICEMBRE 2019. Per la determinazione di quest'ultimo, si ricava la mediana mensile (ove disponibile) di ciascuna misura da 5 minuti e successivamente si elabora la media oraria dei valori mediani. L'indicatore scelto per la rappresentazione grafica è pertanto la media oraria con intervallo di confidenza definito da una deviazione standard.

Il valore di picco raggiunto risulta essere $MLH_{\text{tipo,max}} \sim 1232$ m.

DATA
01/12/19
02/12/19
05/12/19
06/12/19
07/12/19
08/12/19
09/12/19
10/12/19
11/12/19
12/12/19
13/12/19
15/12/19
18/12/19

19/12/19
20/12/19
21/12/19
22/12/19
28/12/19

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

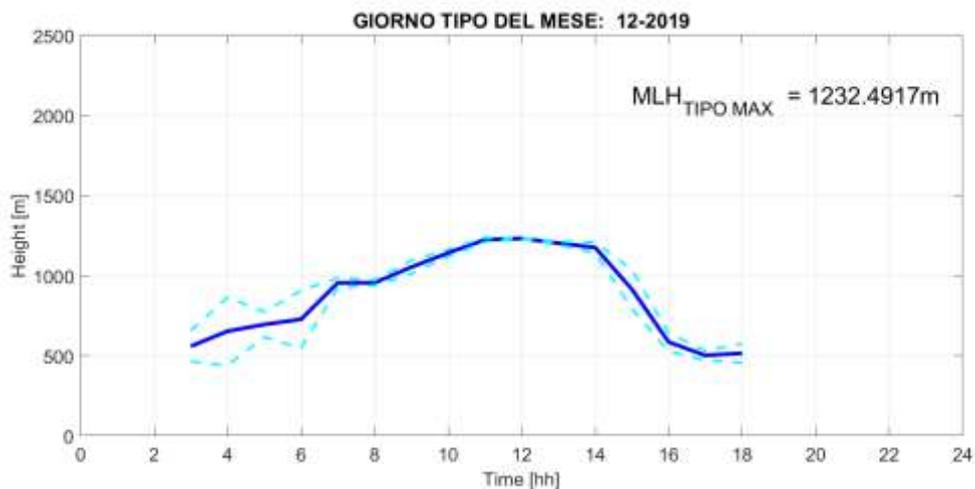


Fig. 2: Giorno tipo del parametro Mixing Layer Height nel mese di DICEMBRE 2019, rappresentato mediante media oraria (linea blu continua) e deviazione standard (linee celesti tratteggiate).

5. Conclusioni

Nel mese di DICEMBRE 2019, in base all'analisi dai dati della rete LIDAR installata al perimetro dello stabilimento ArcelorMittal, in adempimento della prescrizione N. 85 del Decreto di riesame dell'AIA, è possibile riassumere quanto segue:

- segnale compatibile con la presenza di nubi, nebbia e/o precipitazioni in tutti i giorni di Dicembre;
- segnale prodotto dal sistema LIDAR2-PARCHI non valutabile in corrispondenza dei giorni 29-30-31 Dicembre, a causa di valori del parametro "STATE OPTICS" inferiori al 50%;
- 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 20 e 21 Dicembre e segnalazione di un evento emissivo anomalo nella serata del giorno 06 Dicembre. Per tali giorni, la presenza di regioni caratterizzate da incrementi di intensità compatibili con la presenza di nubi e precipitazioni impedisce l'interpretazione univoca del segnale LIDAR;

- valore di picco del parametro $M_{LHtip0,max} \sim 1232$ m; la valutazione quotidiana di tale parametro non è stata valutata nel 58% dei giorni del mese in esame a causa dell'assenza di evidenti e univoche regioni di discontinuità nel segnale LIDAR.

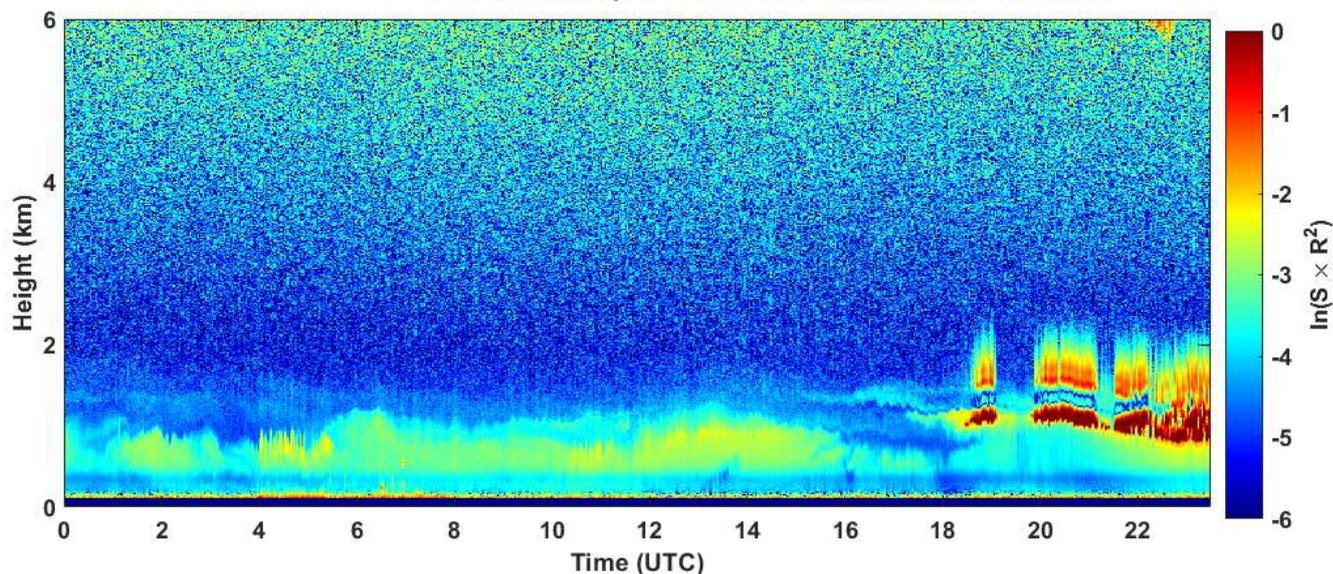
La Dirigente Responsabile U.O. Agenti Fisici
(Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci)

Il Collaboratore Tecnico Professionale
(Dott.ssa Simona Ottonelli)
Simona Ottonelli

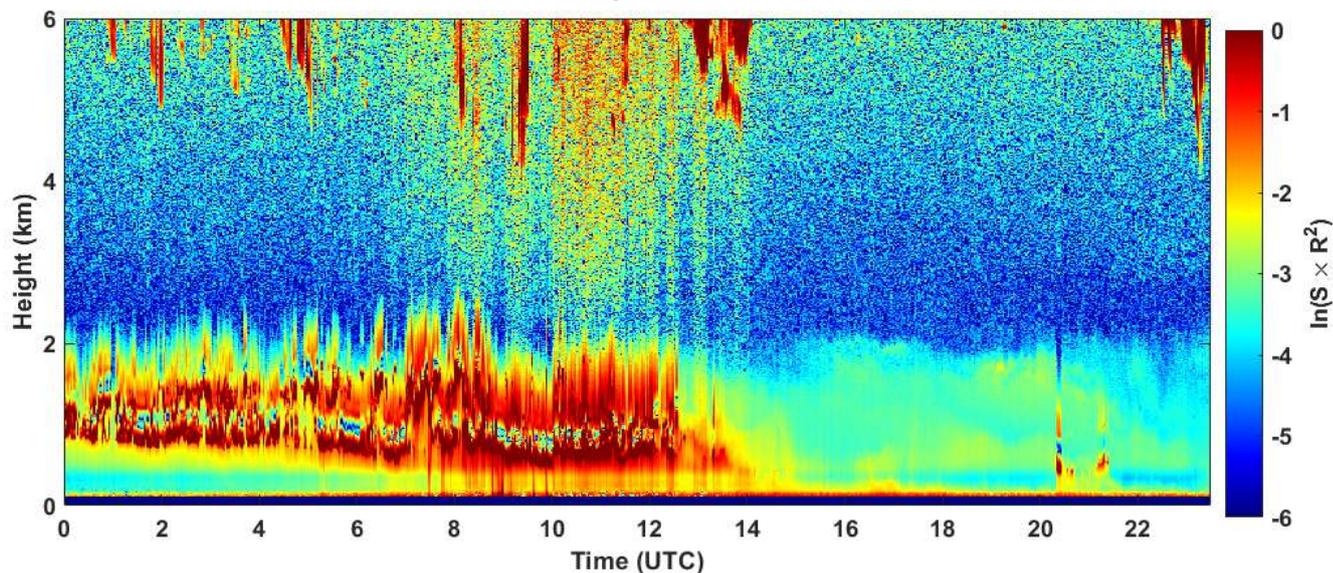
ALLEGATO AL REPORT LIDAR – DICEMBRE 2019

SEGNALE LIDAR1 DIREZIONE

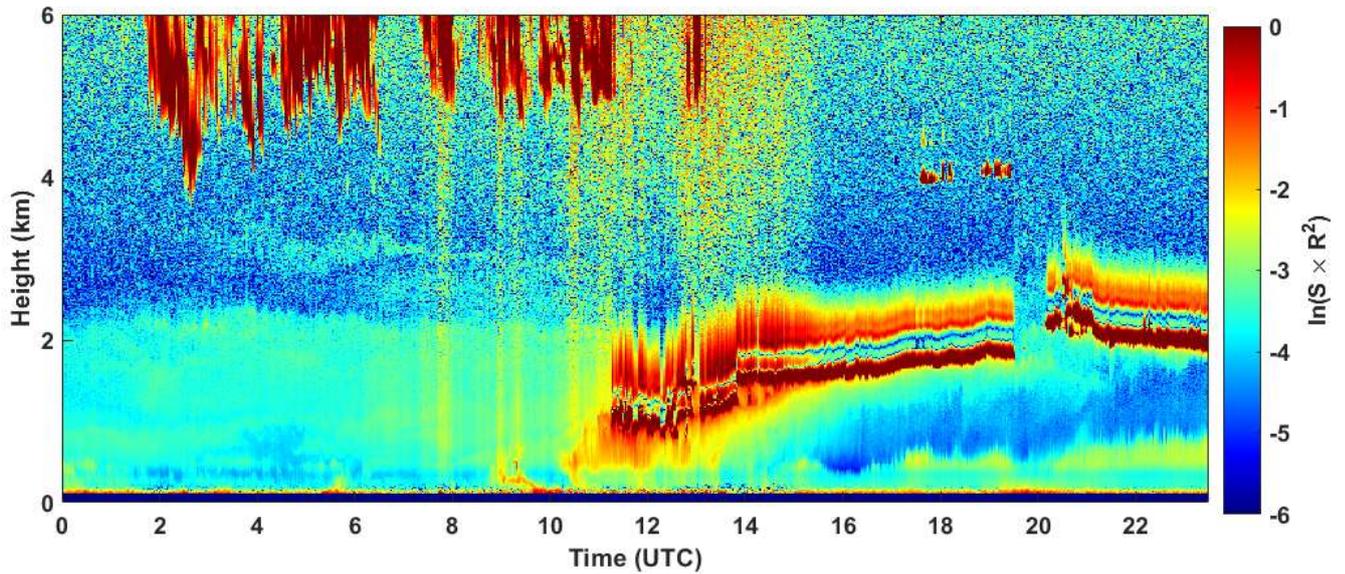
2019-12-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



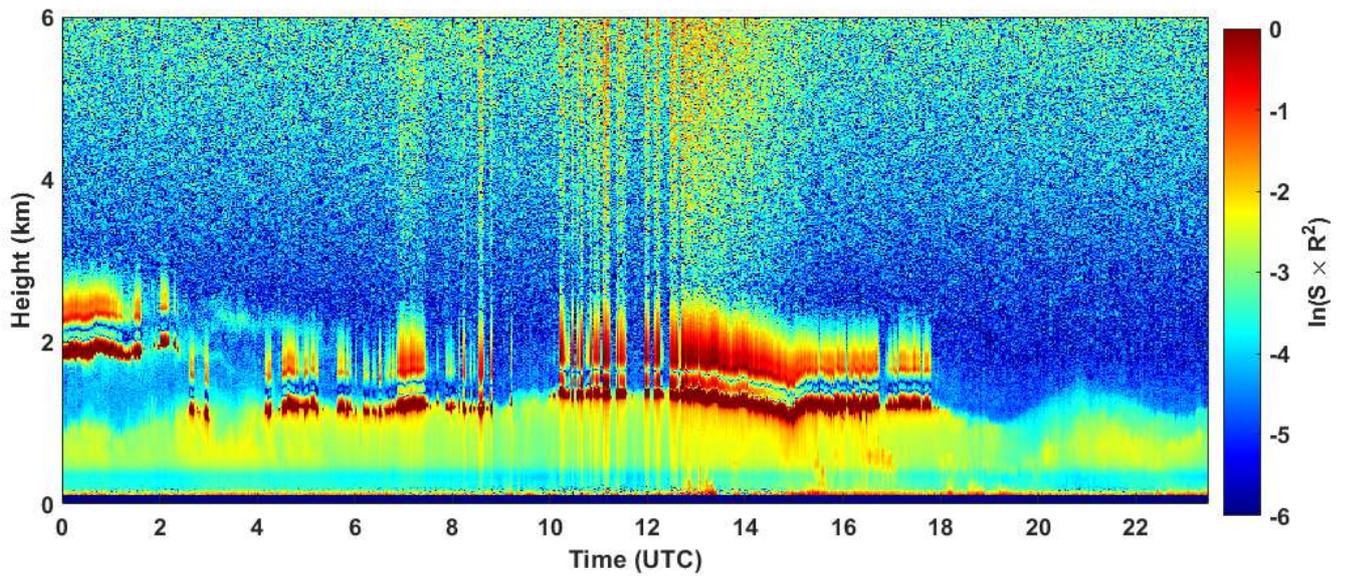
2019-12-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



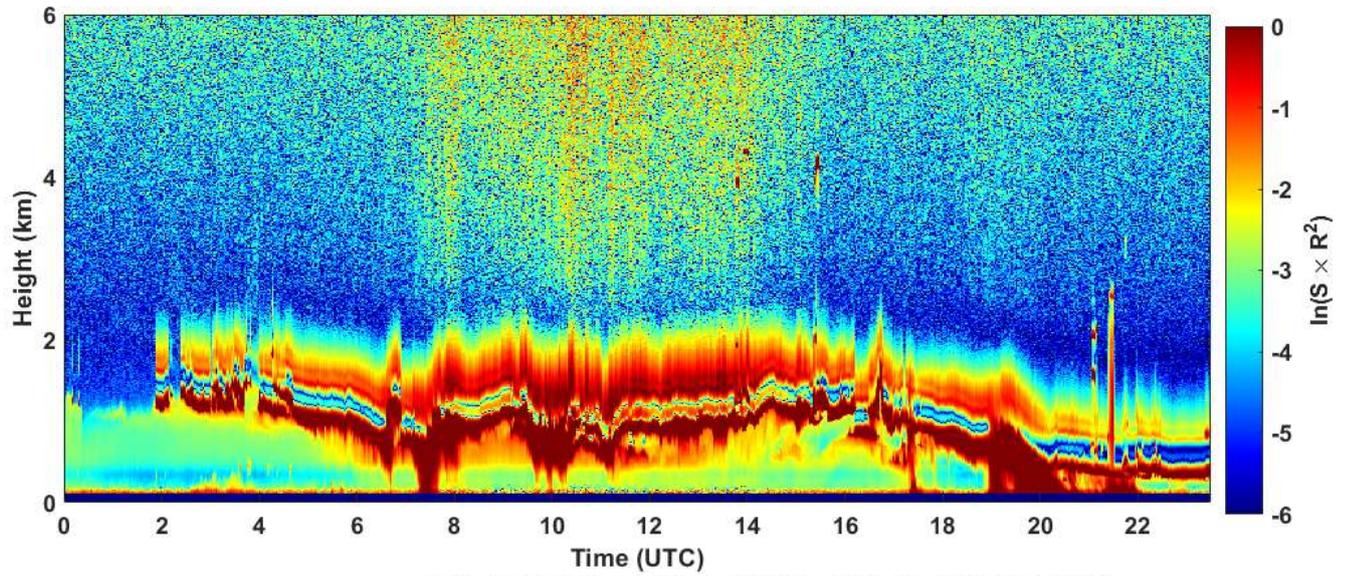
2019-12-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



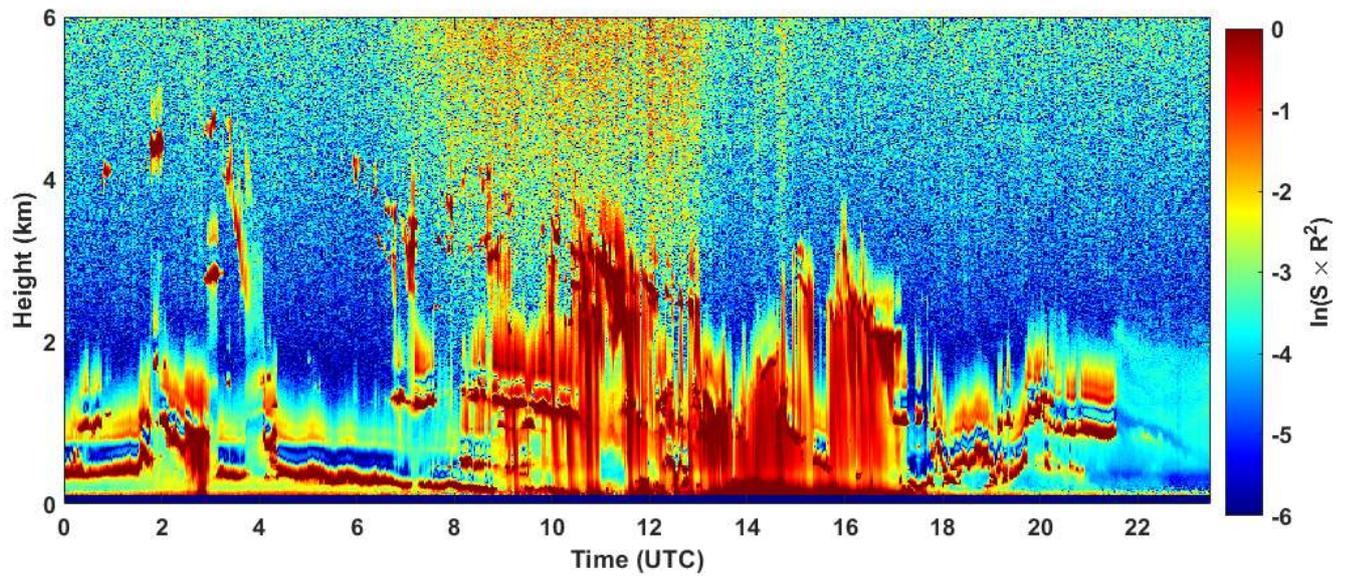
2019-12-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



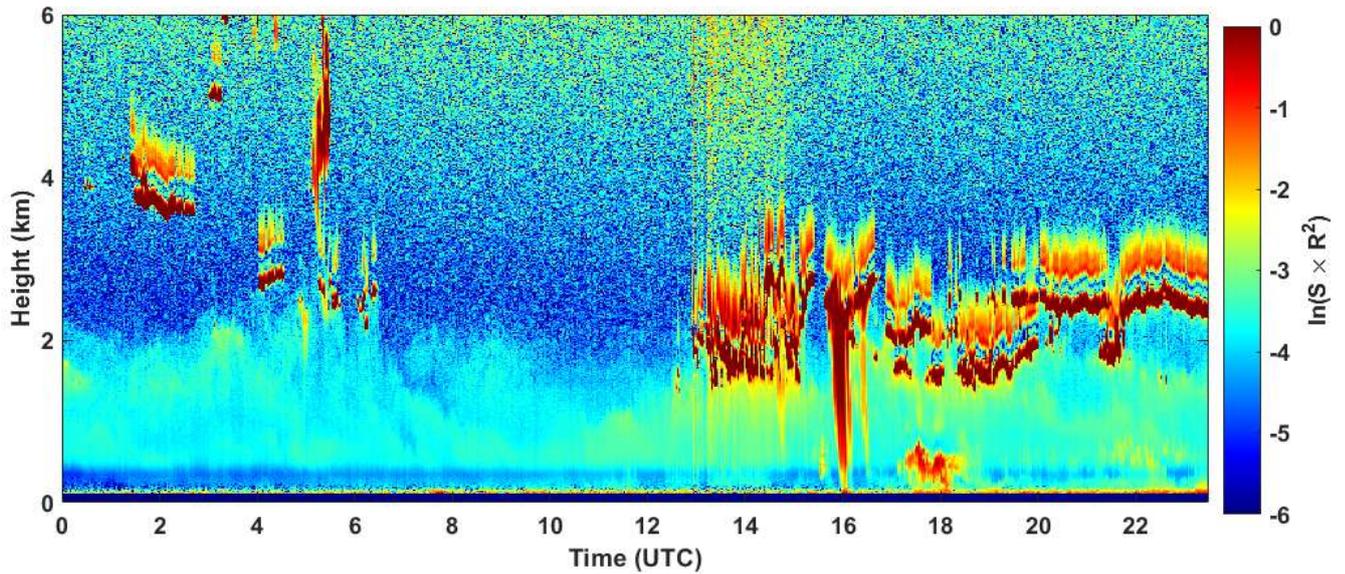
2019-12-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



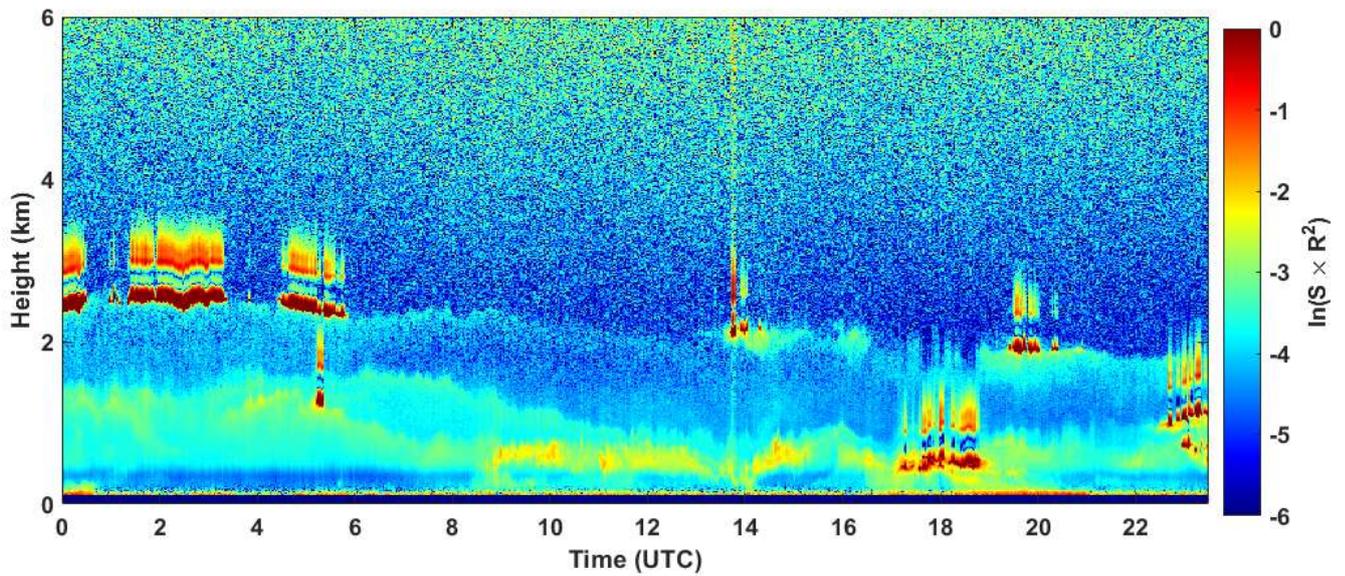
2019-12-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



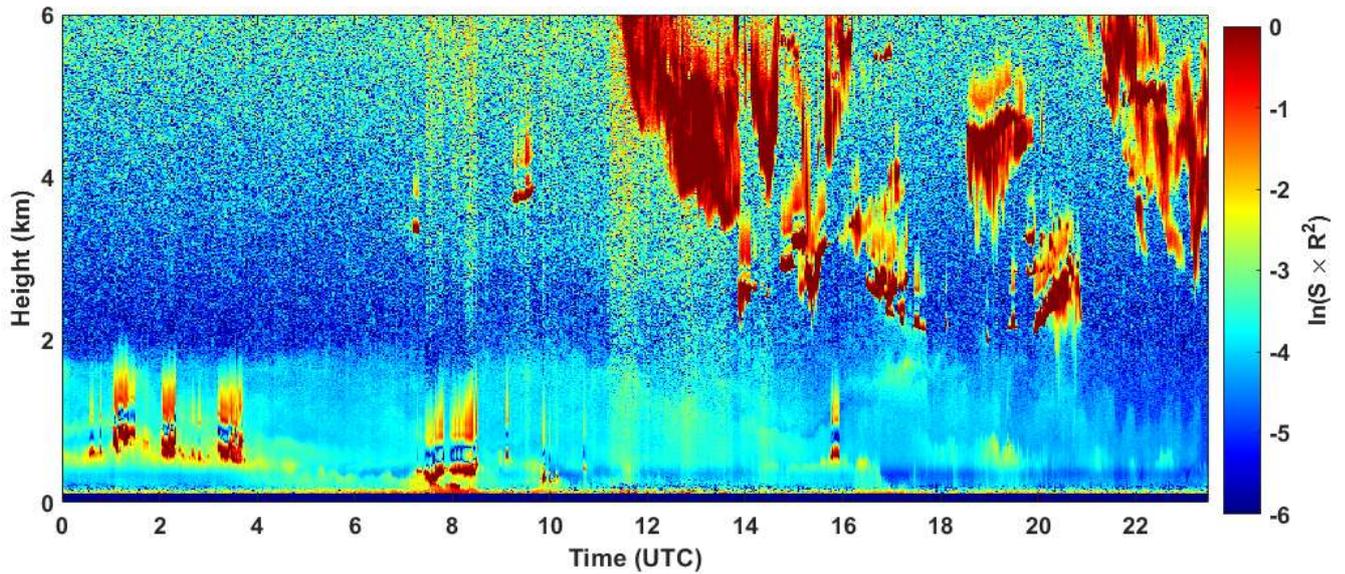
2019-12-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



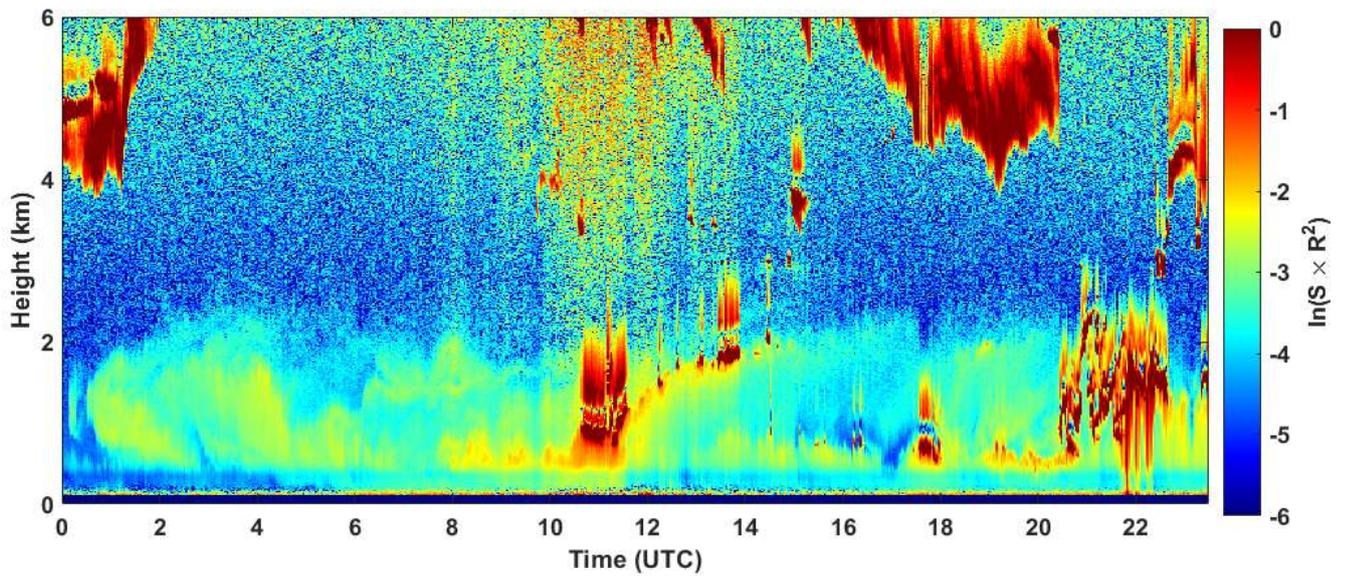
2019-12-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



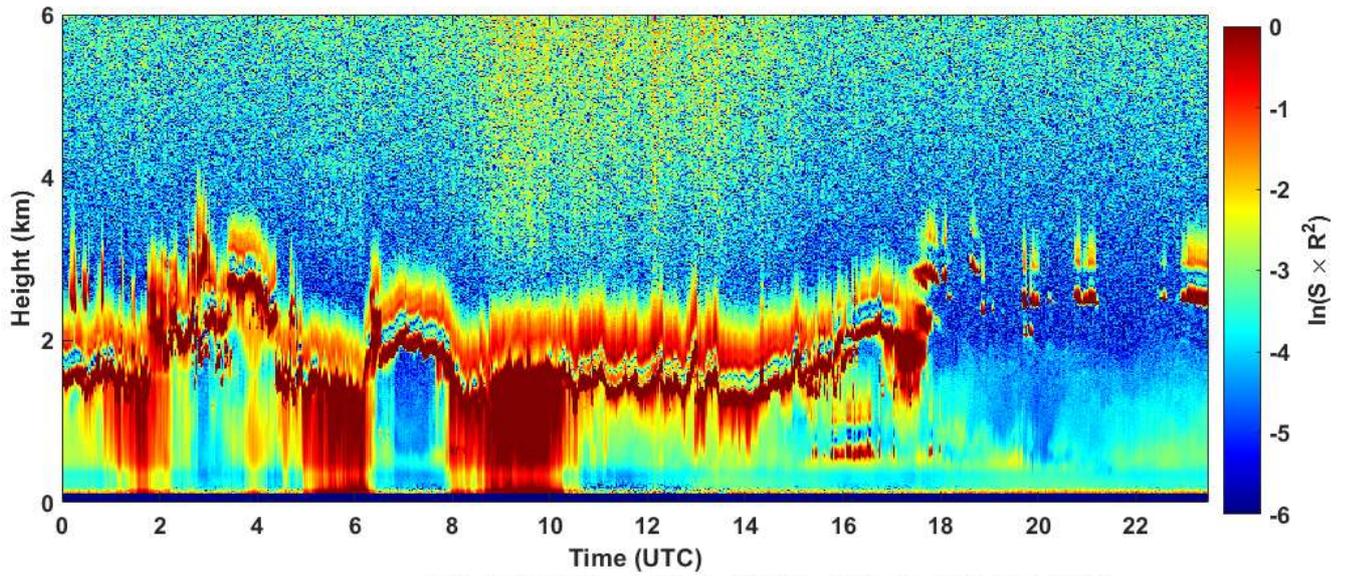
2019-12-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



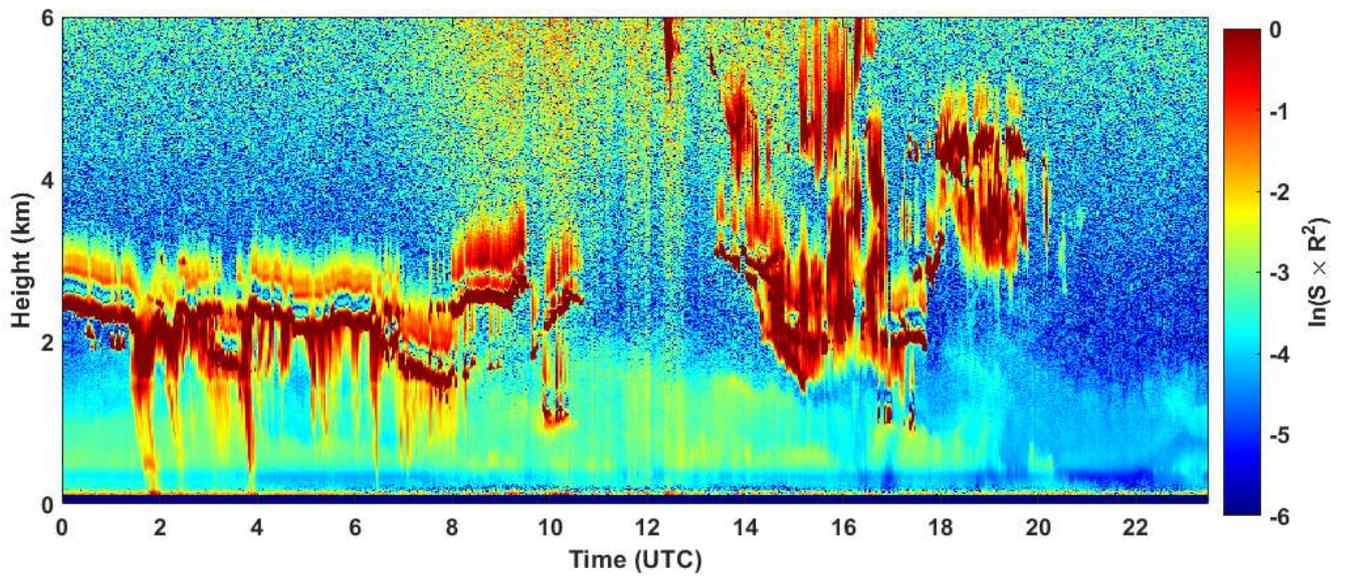
2019-12-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



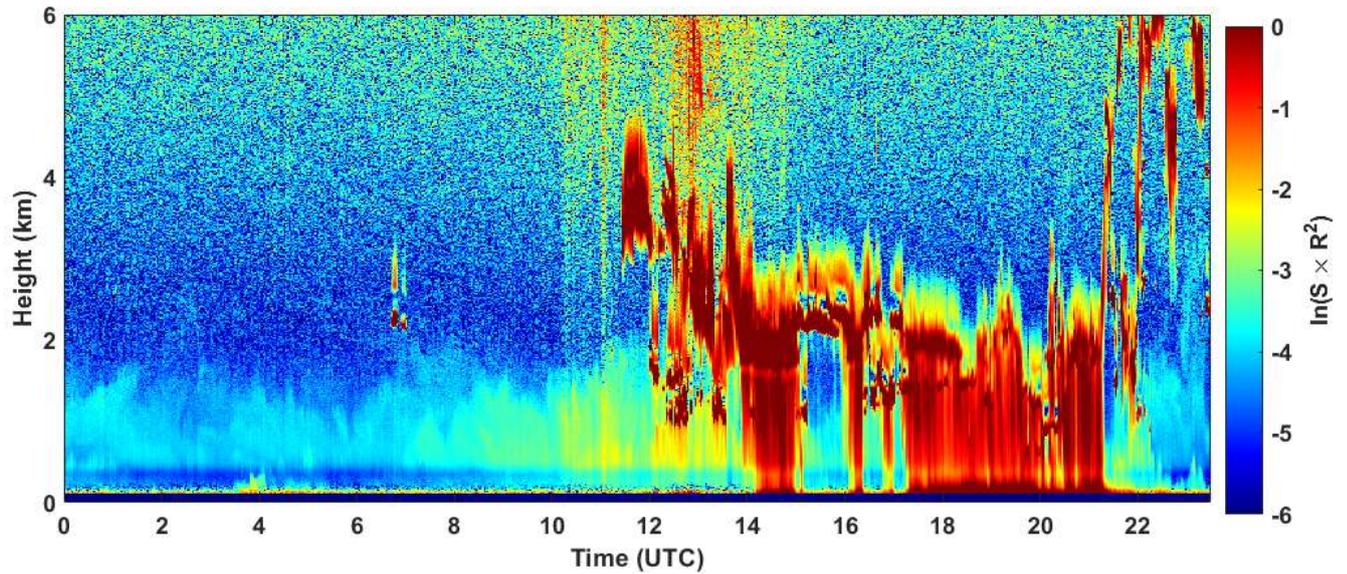
2019-12-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



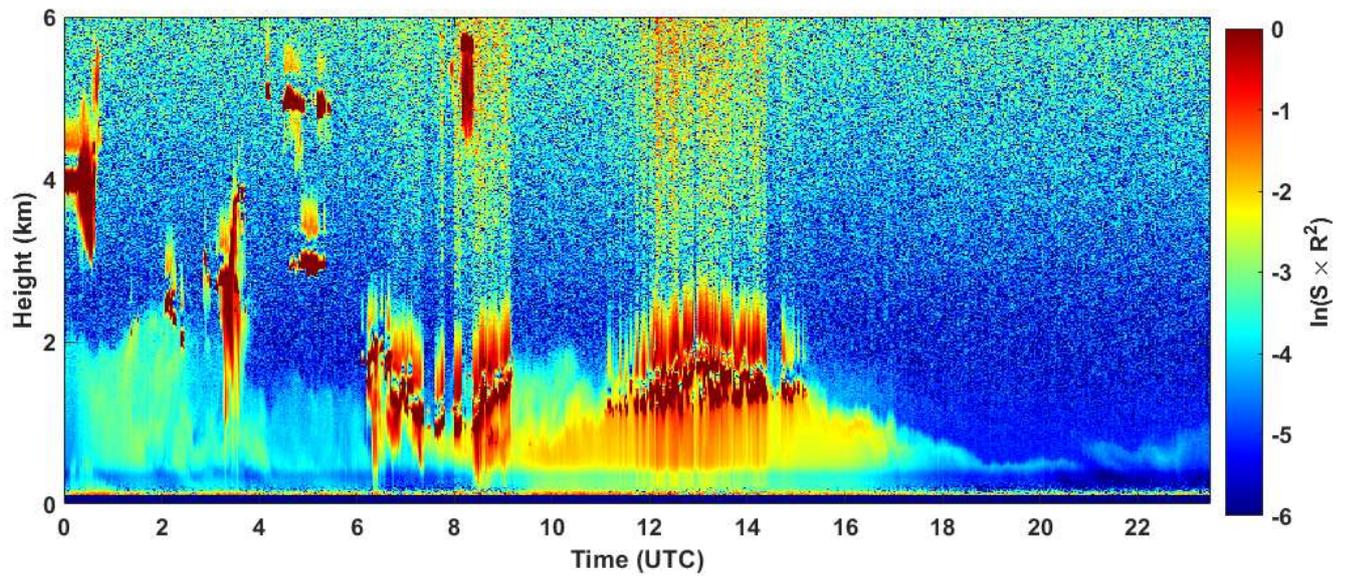
2019-12-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



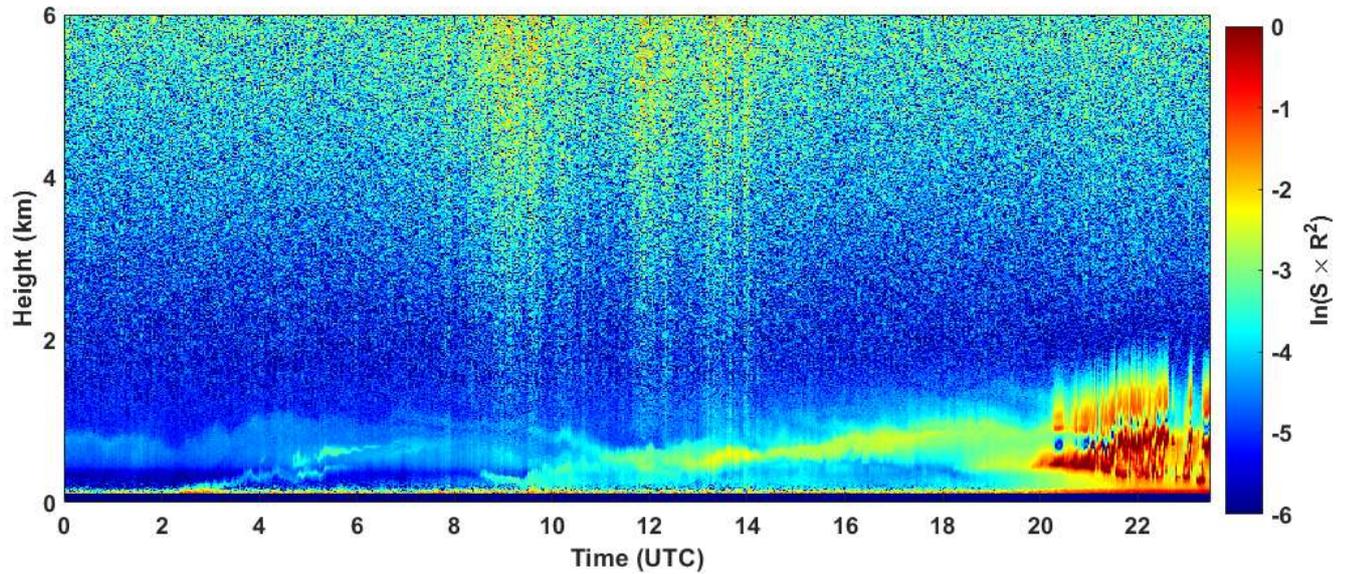
2019-12-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



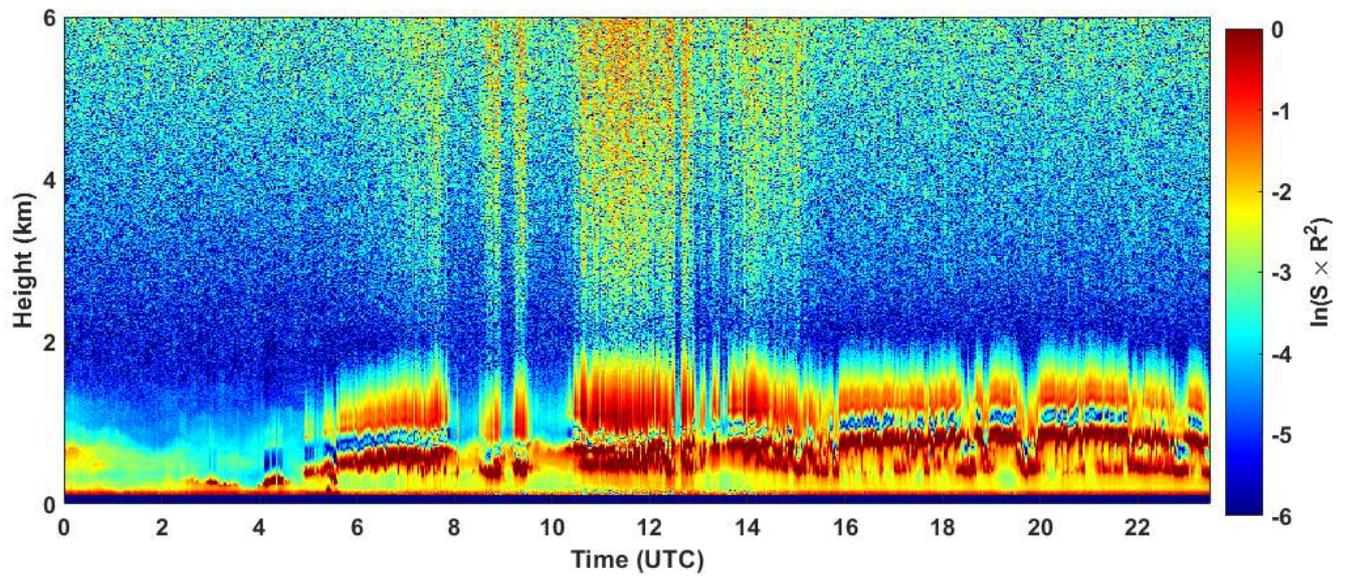
2019-12-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



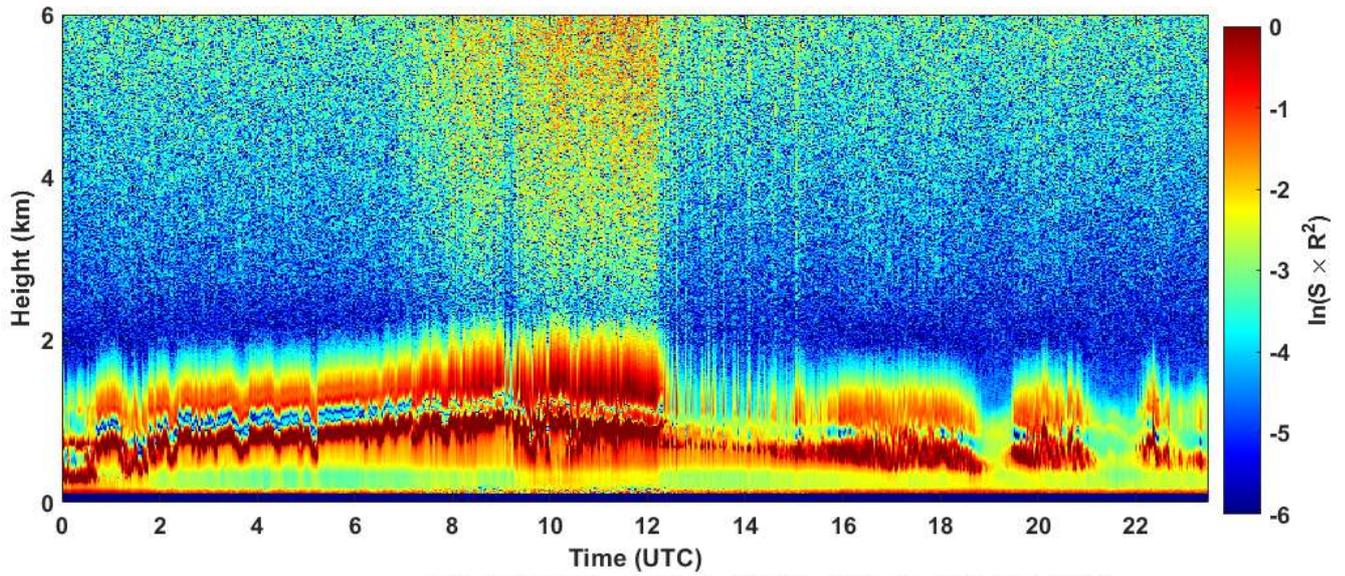
2019-12-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



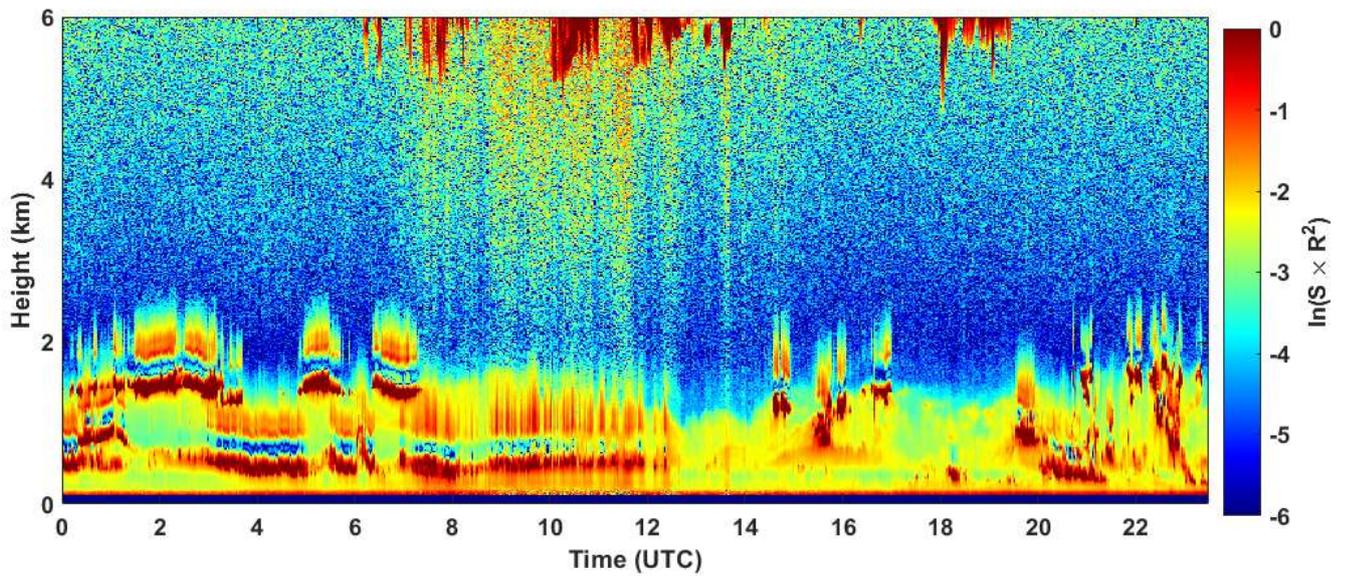
2019-12-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



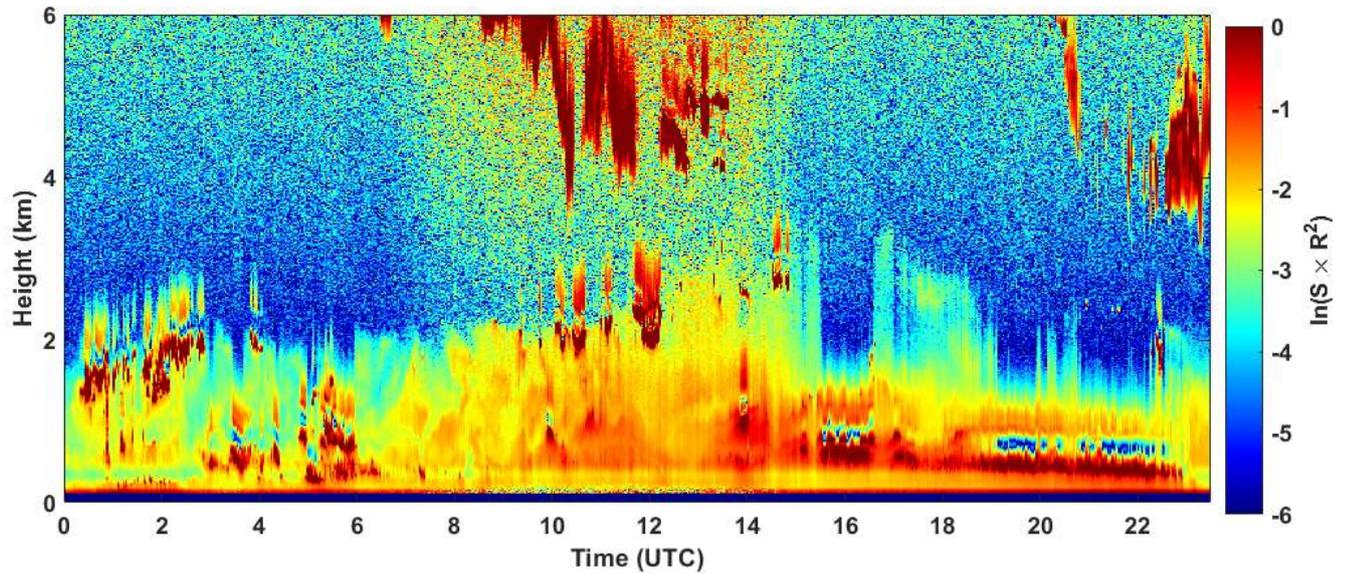
2019-12-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



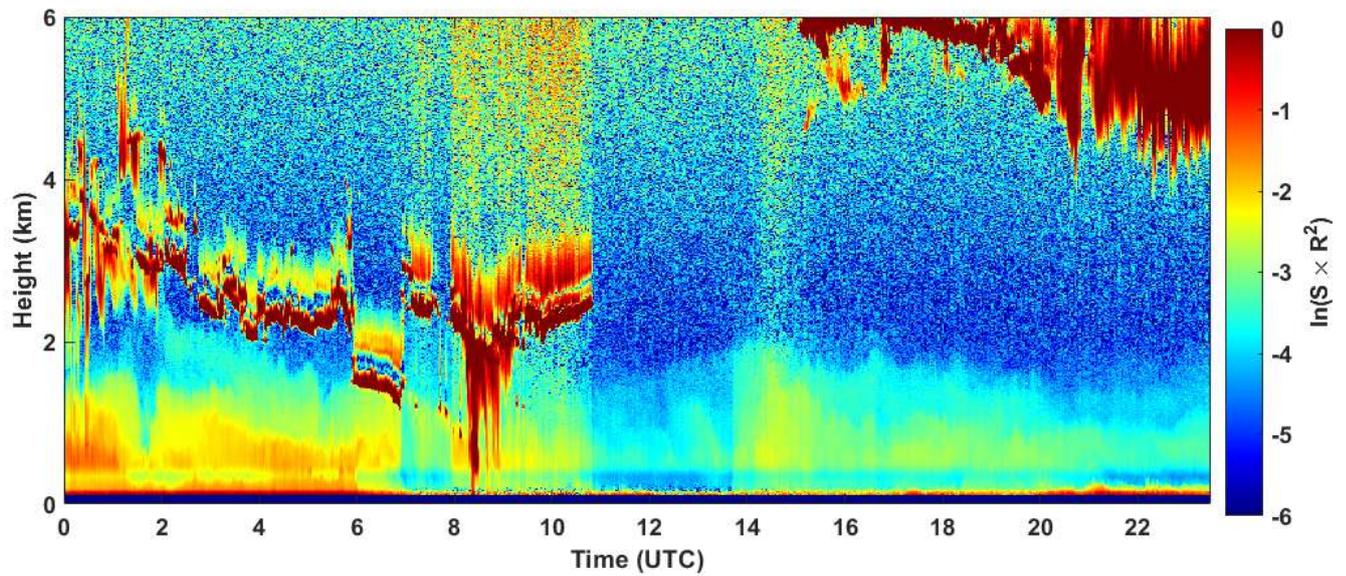
2019-12-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



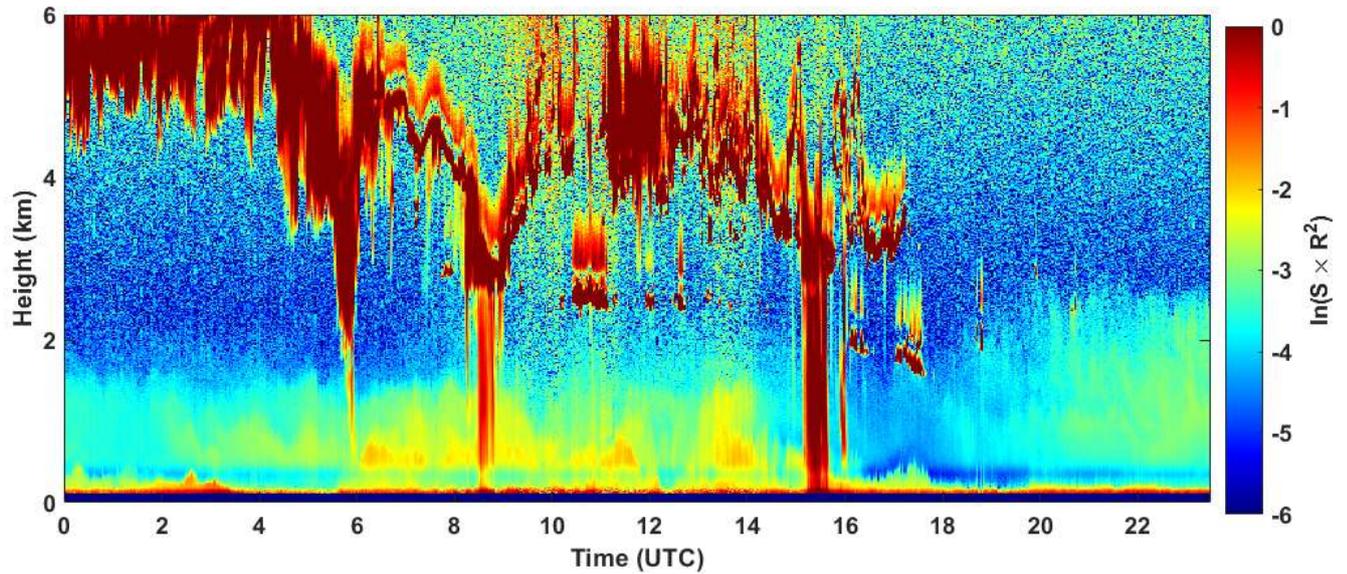
2019-12-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



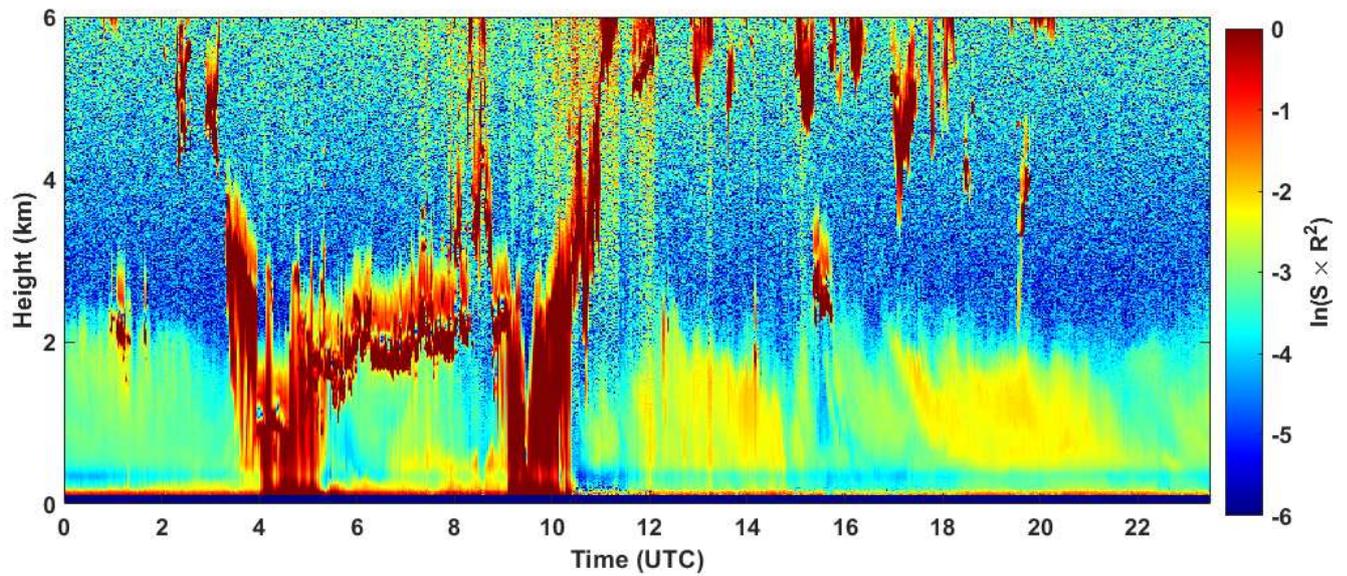
2019-12-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



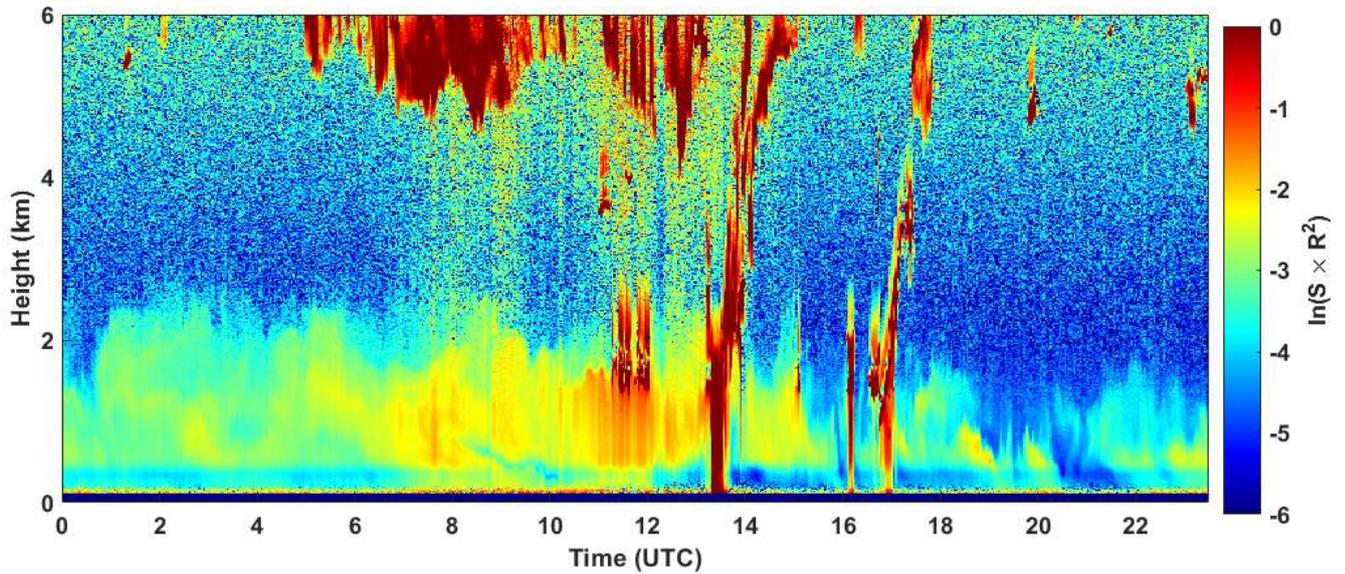
2019-12-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



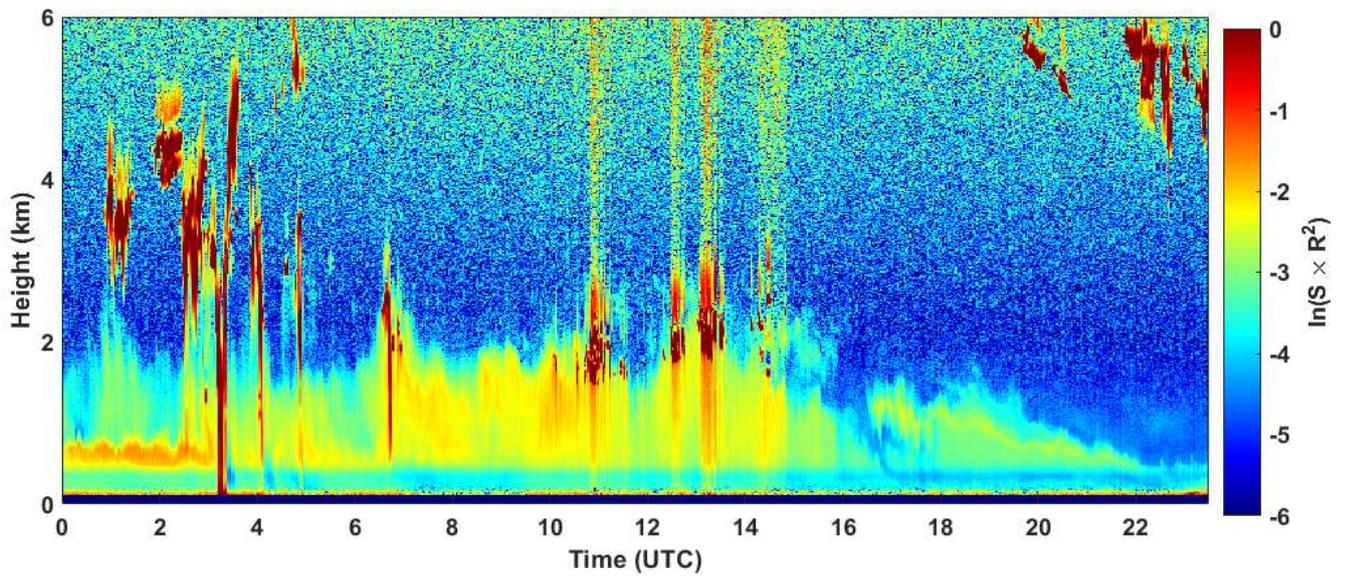
2019-12-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



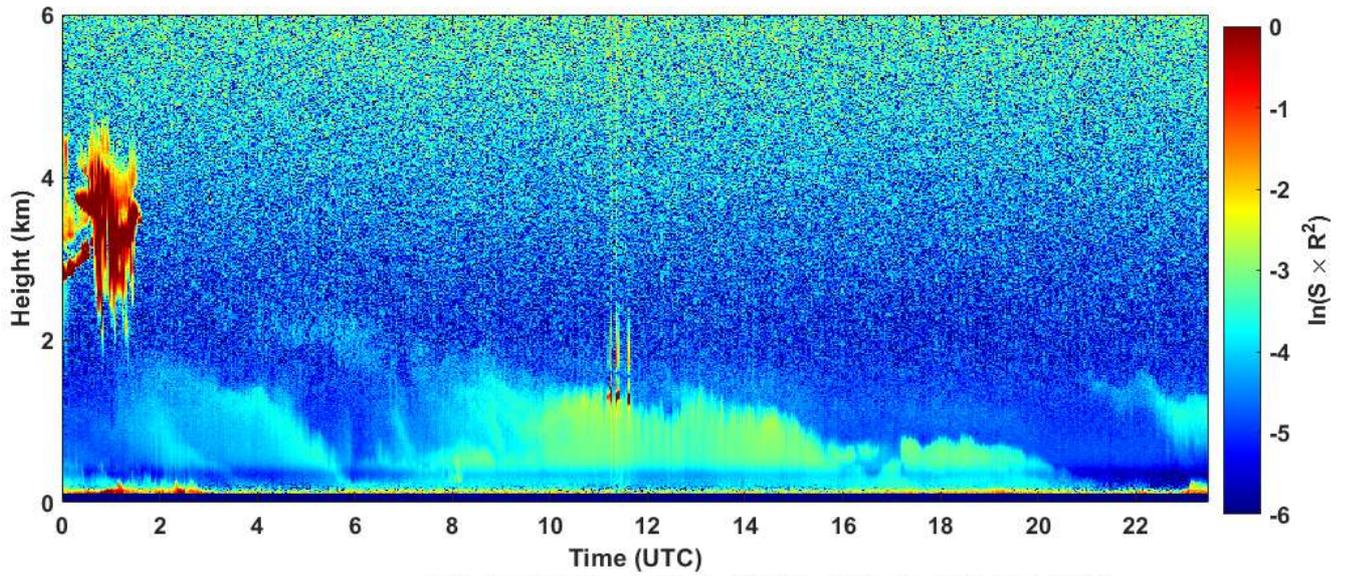
2019-12-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



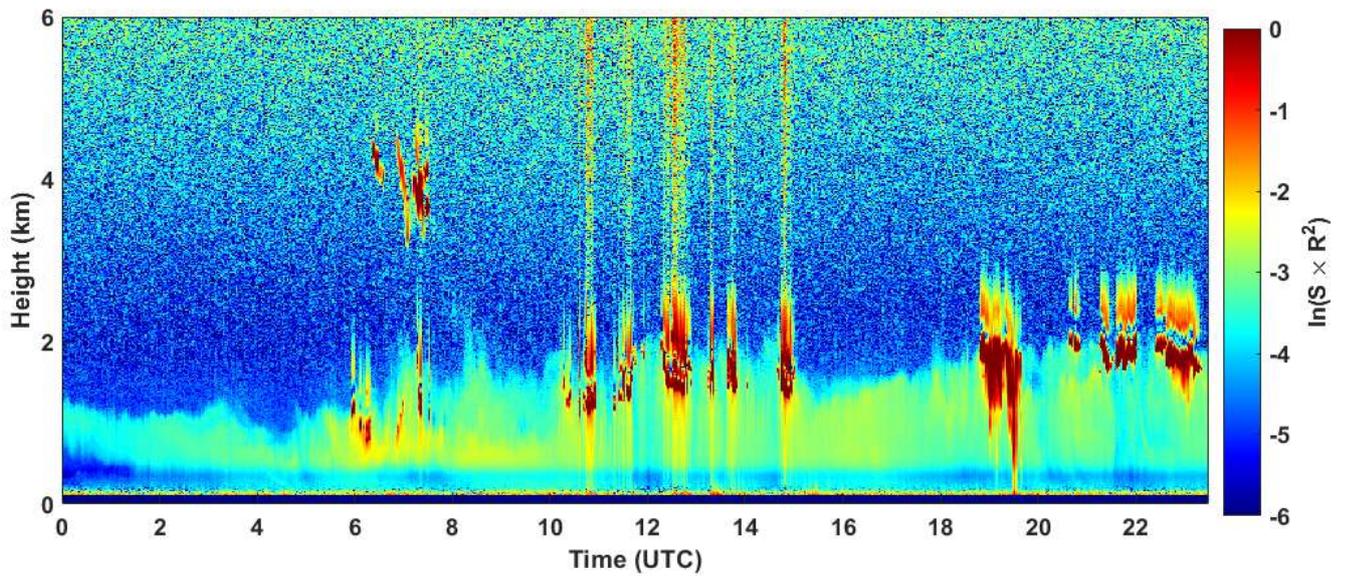
2019-12-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



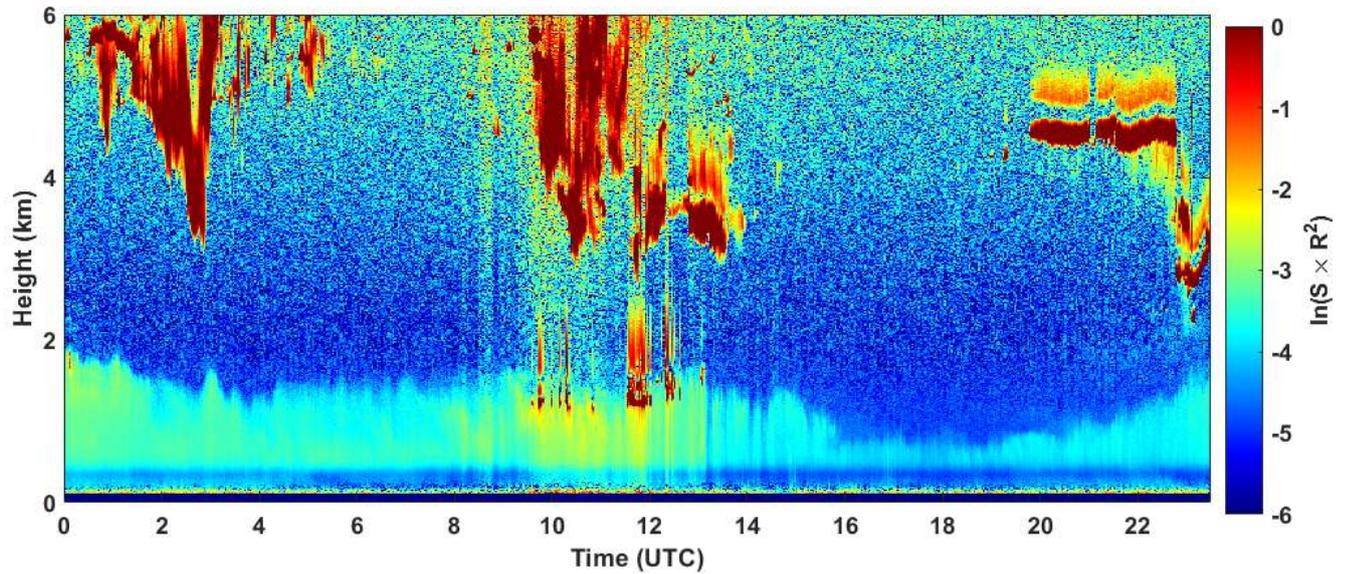
2019-12-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



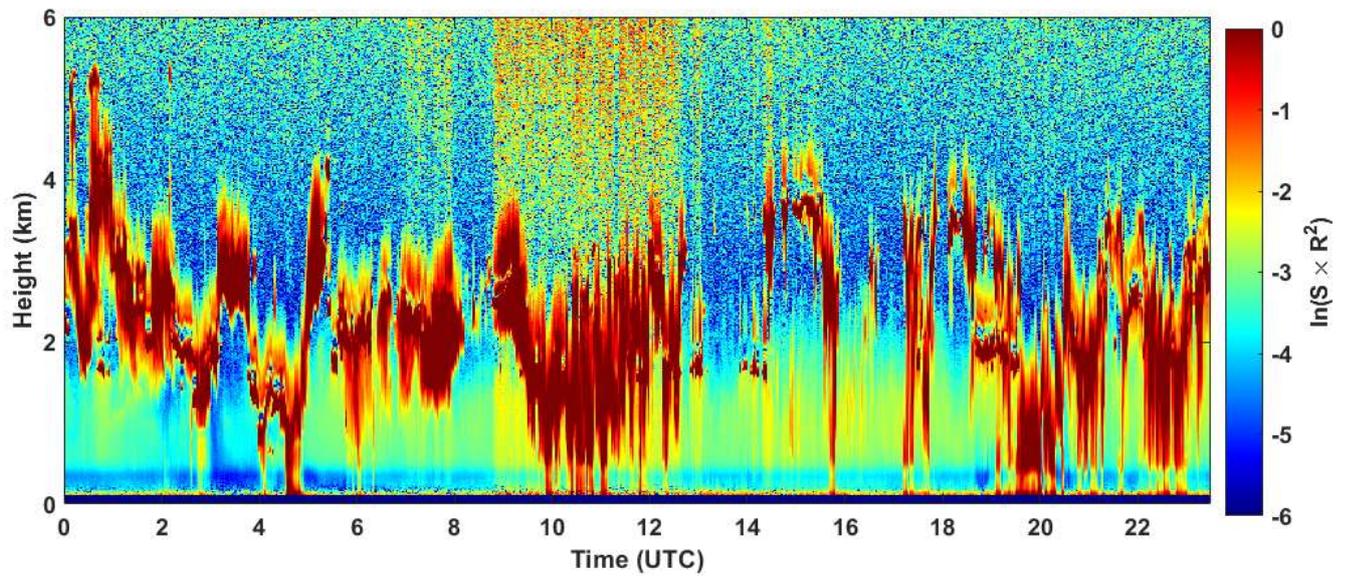
2019-12-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



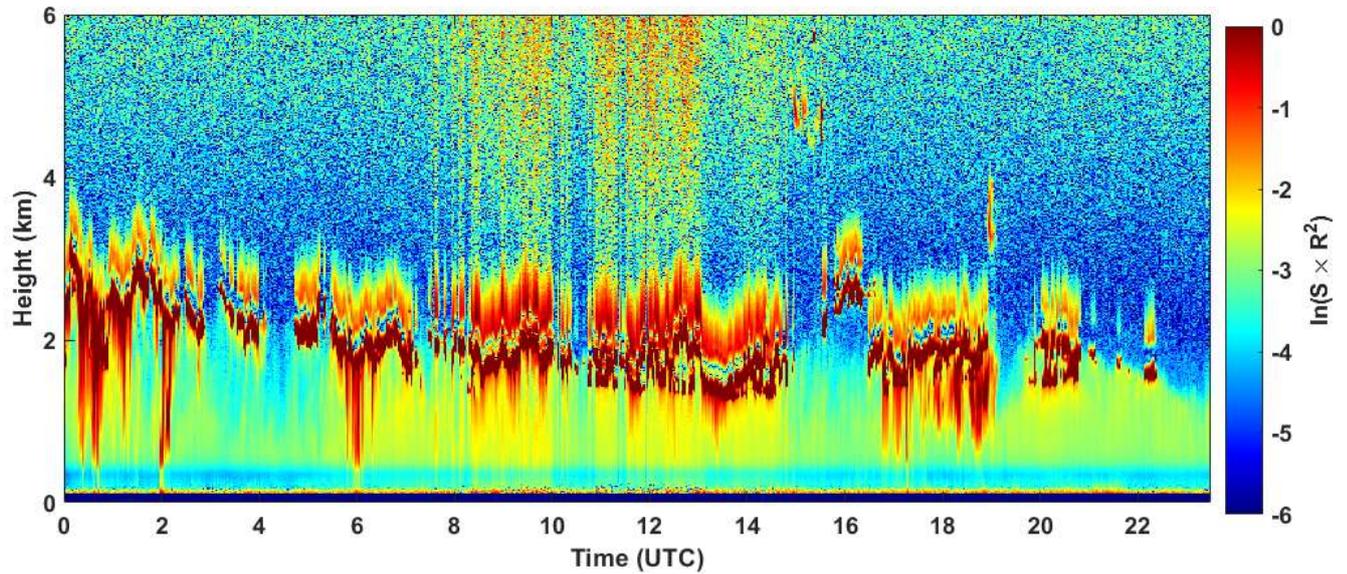
2019-12-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



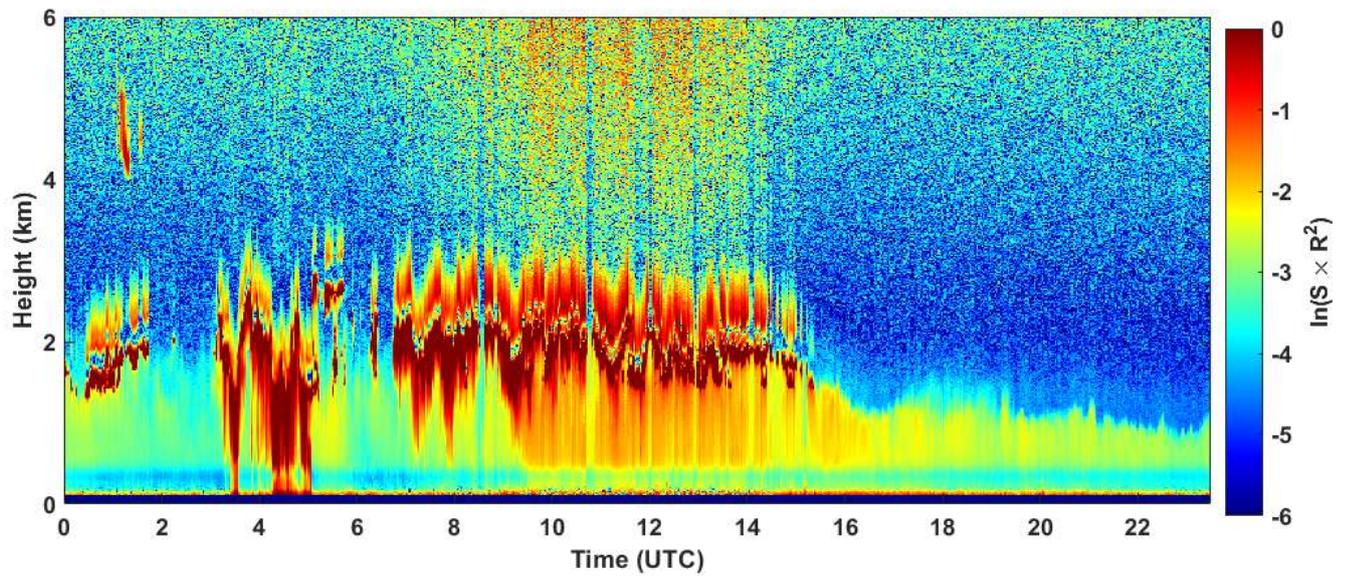
2019-12-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



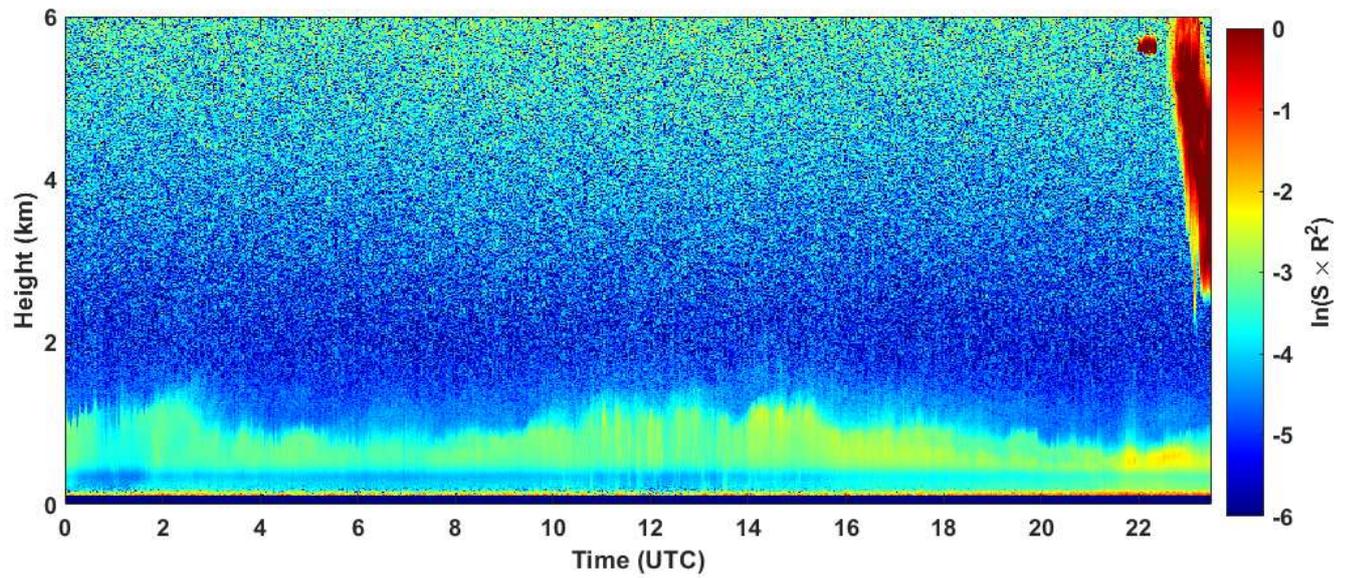
2019-12-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE



2019-12-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE

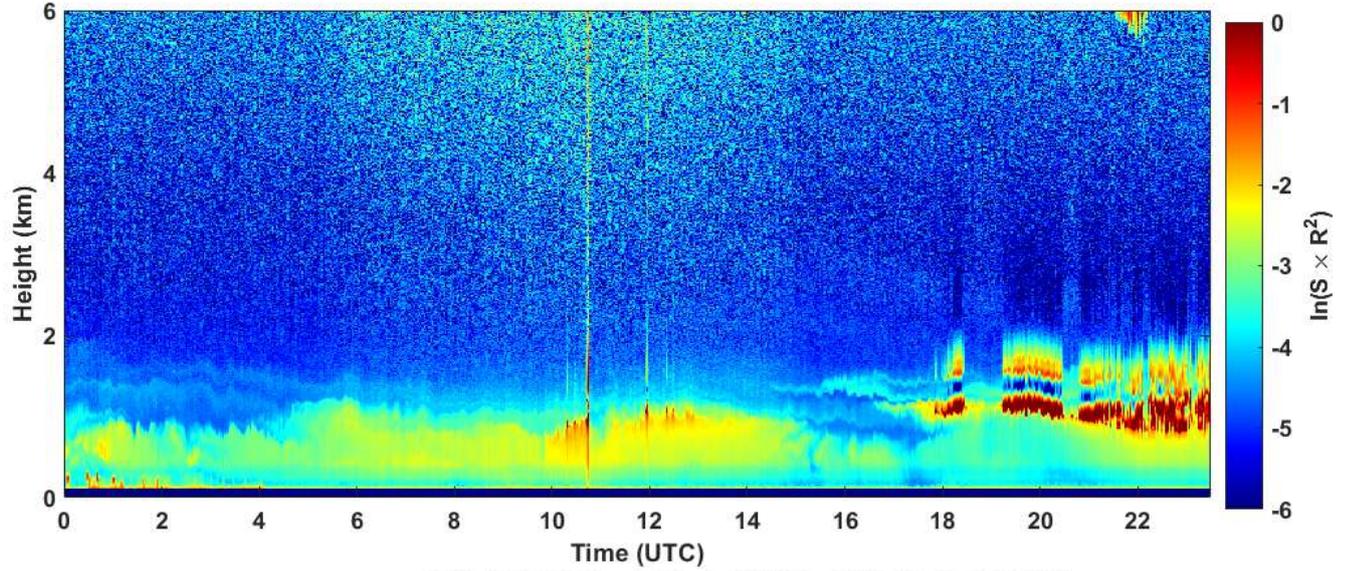


2019-12-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR1 DIREZIONE

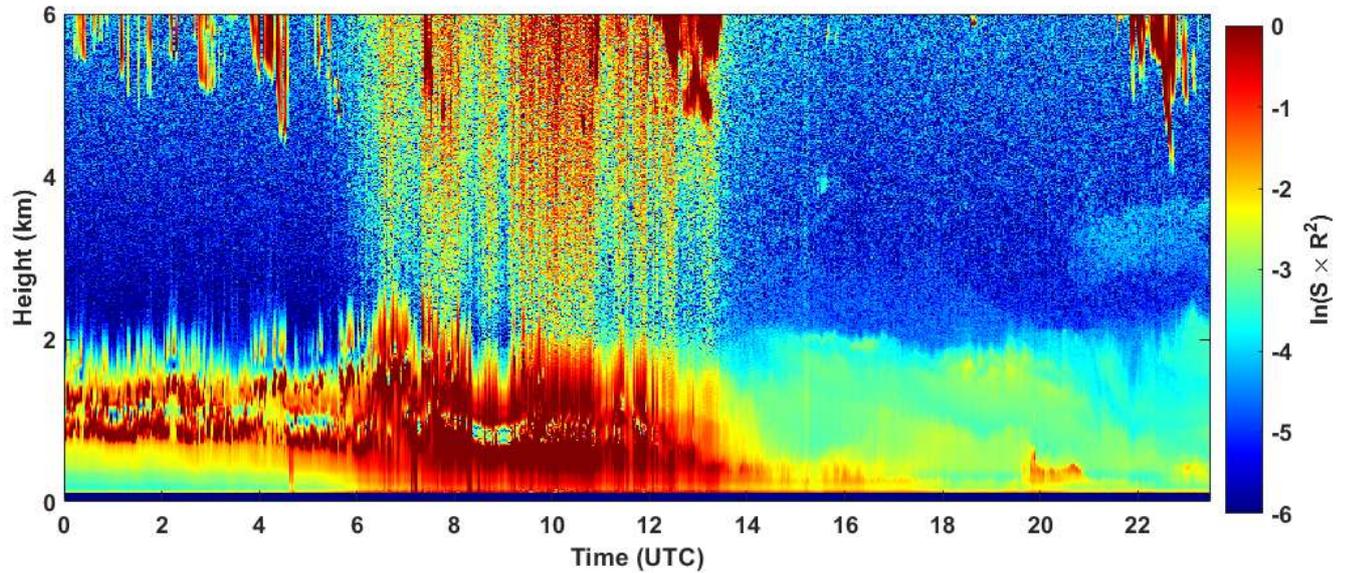


SEGNALE LIDAR2 PARCHI

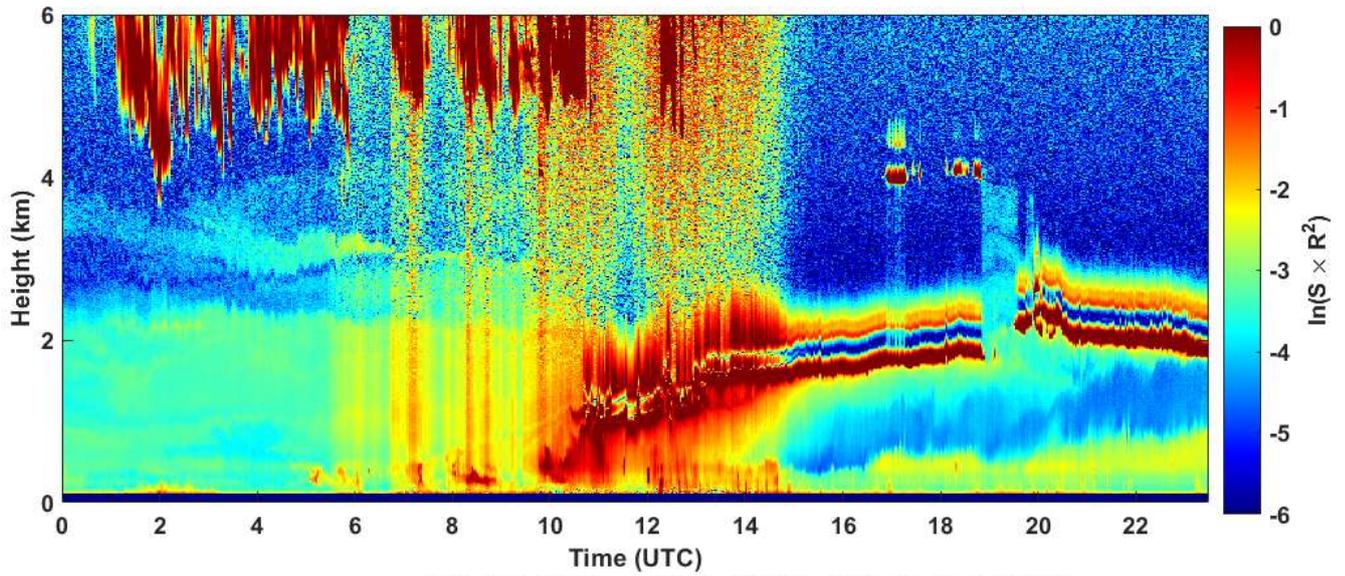
2019-12-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



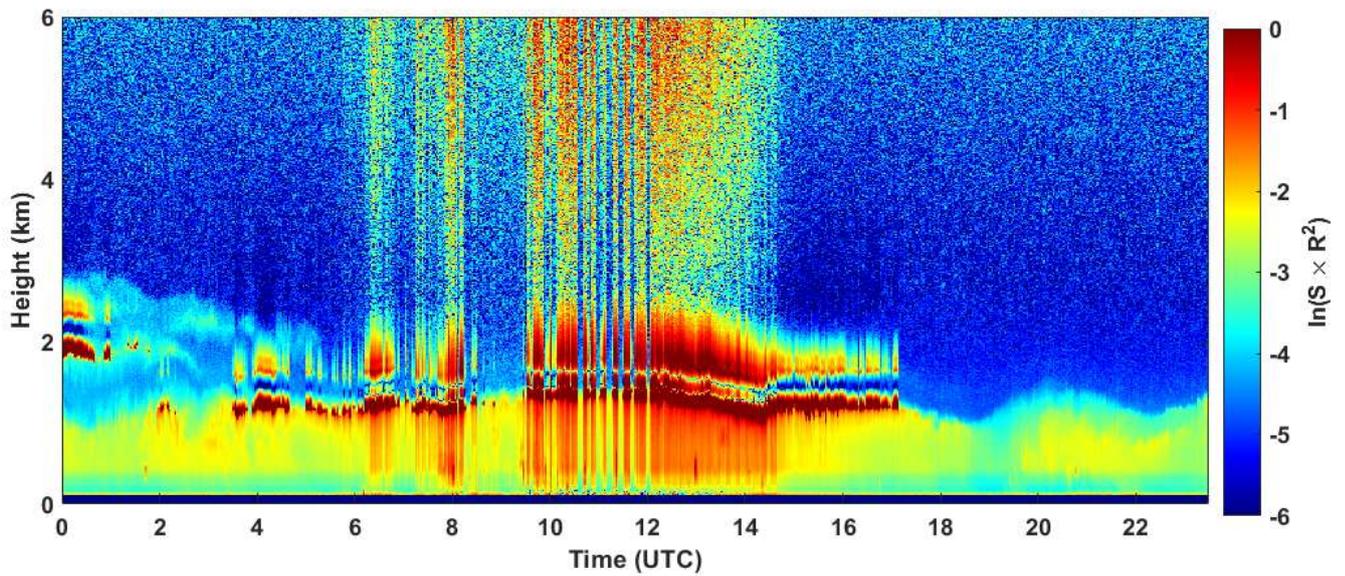
2019-12-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



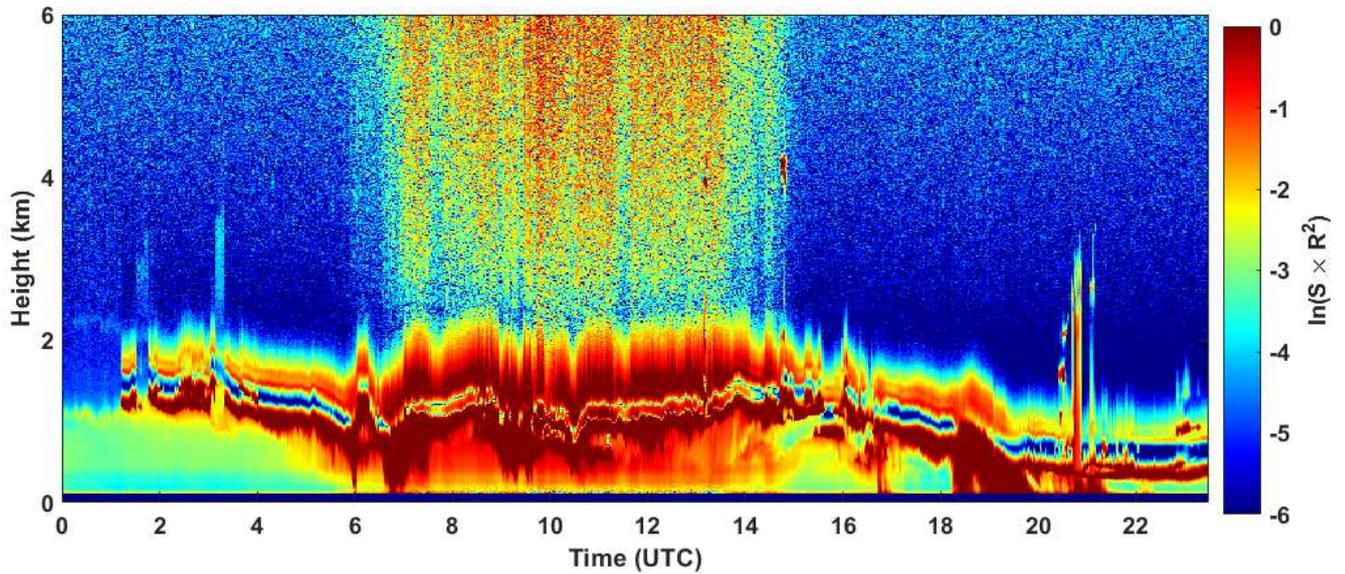
2019-12-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



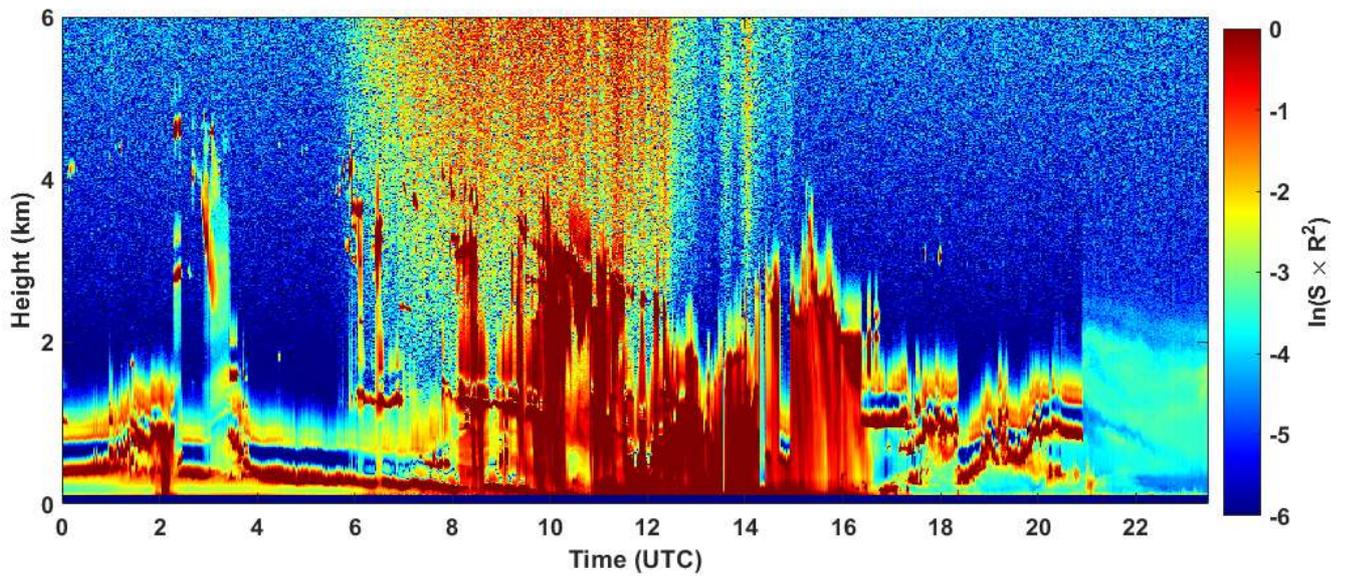
2019-12-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



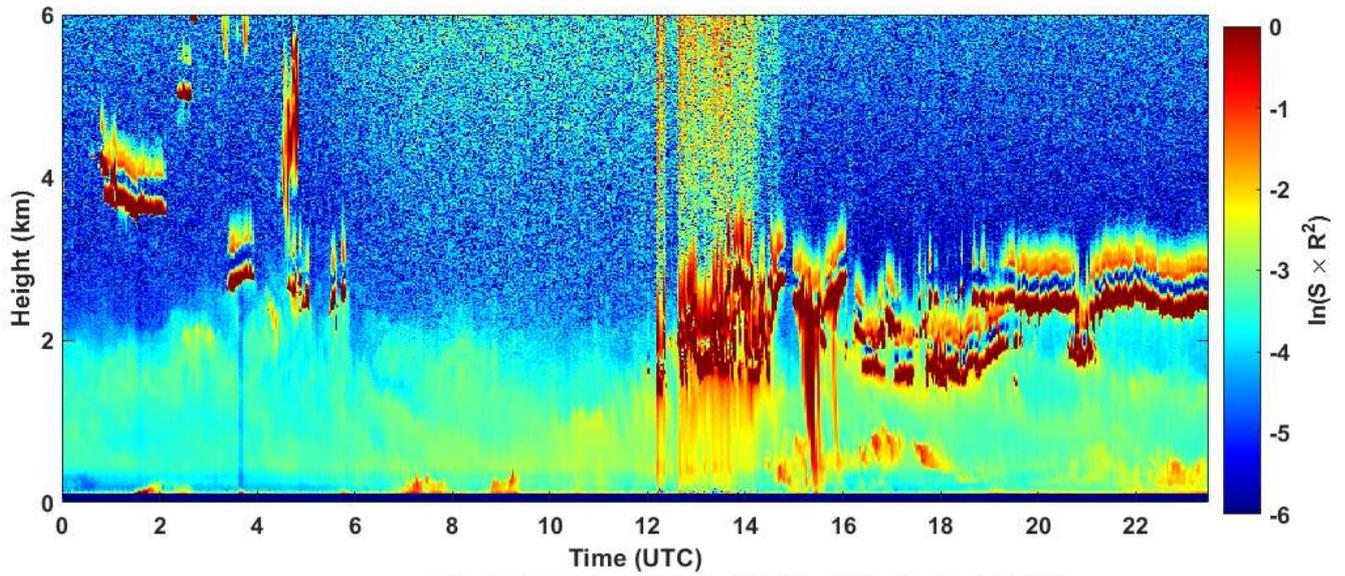
2019-12-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



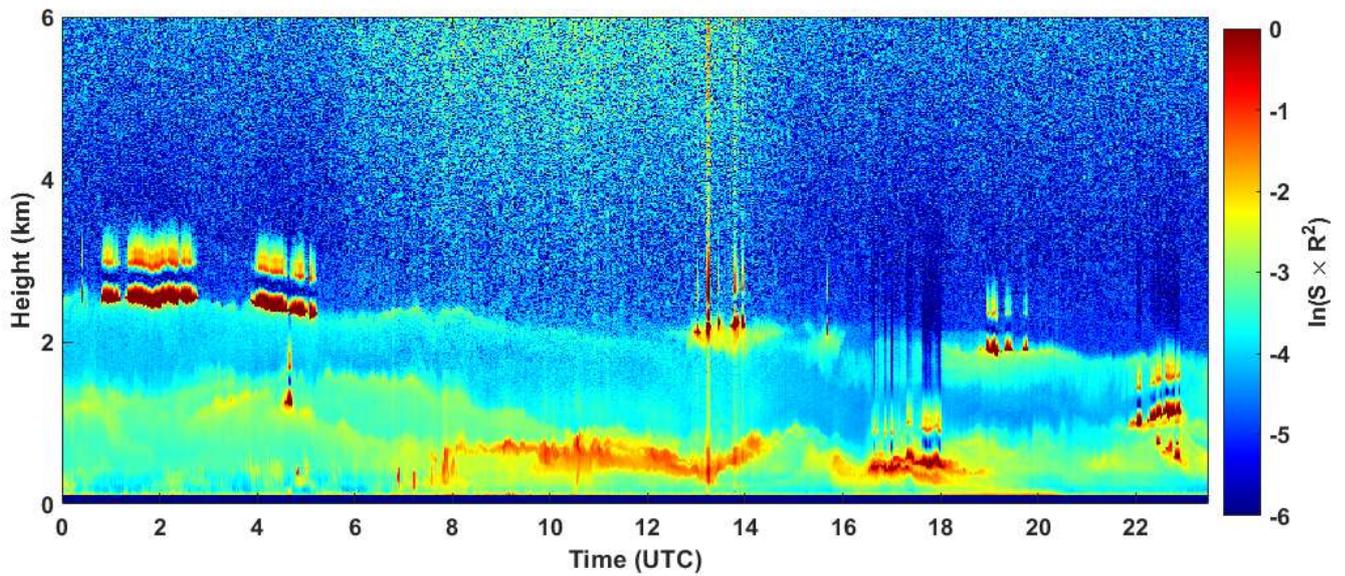
2019-12-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



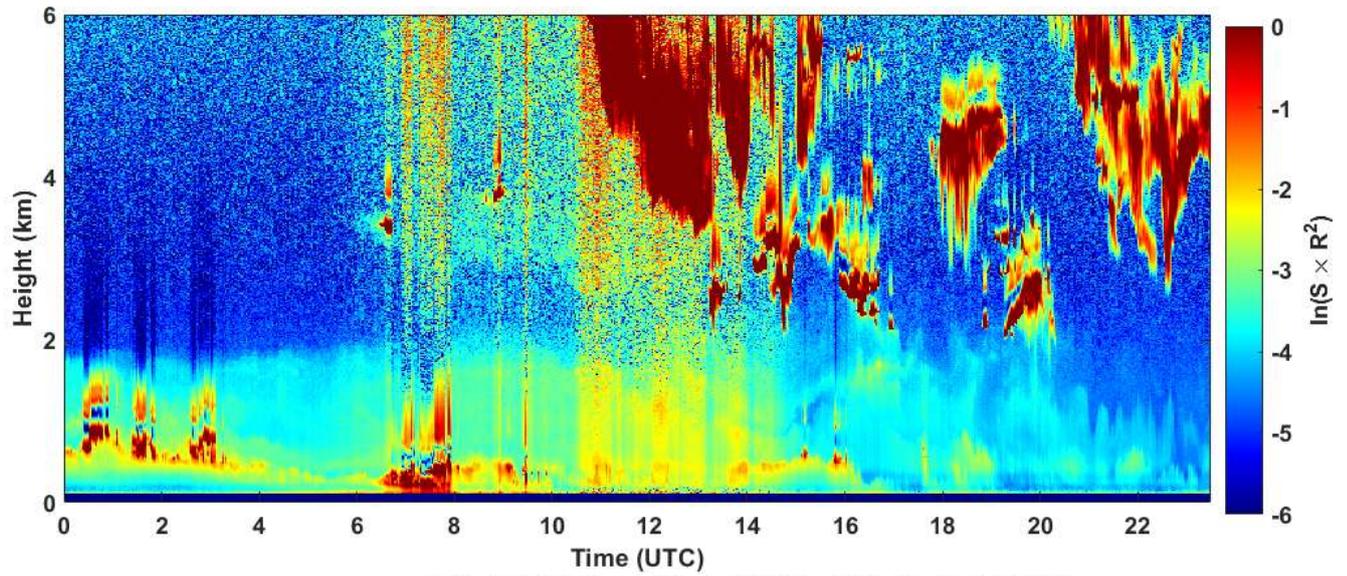
2019-12-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



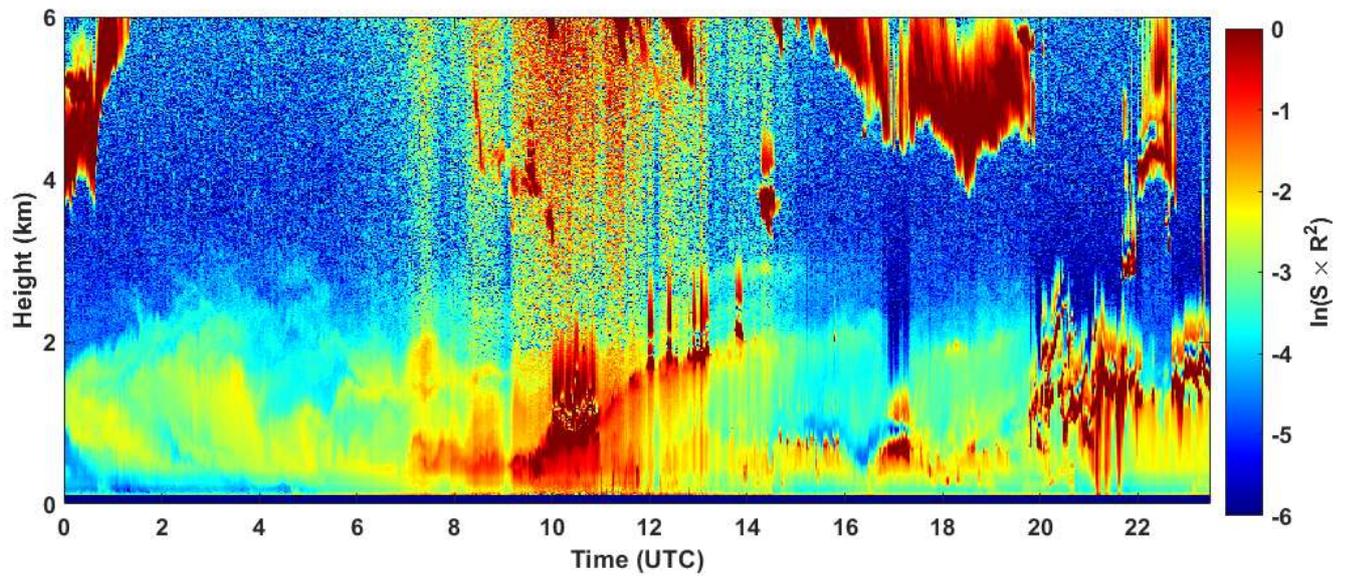
2019-12-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



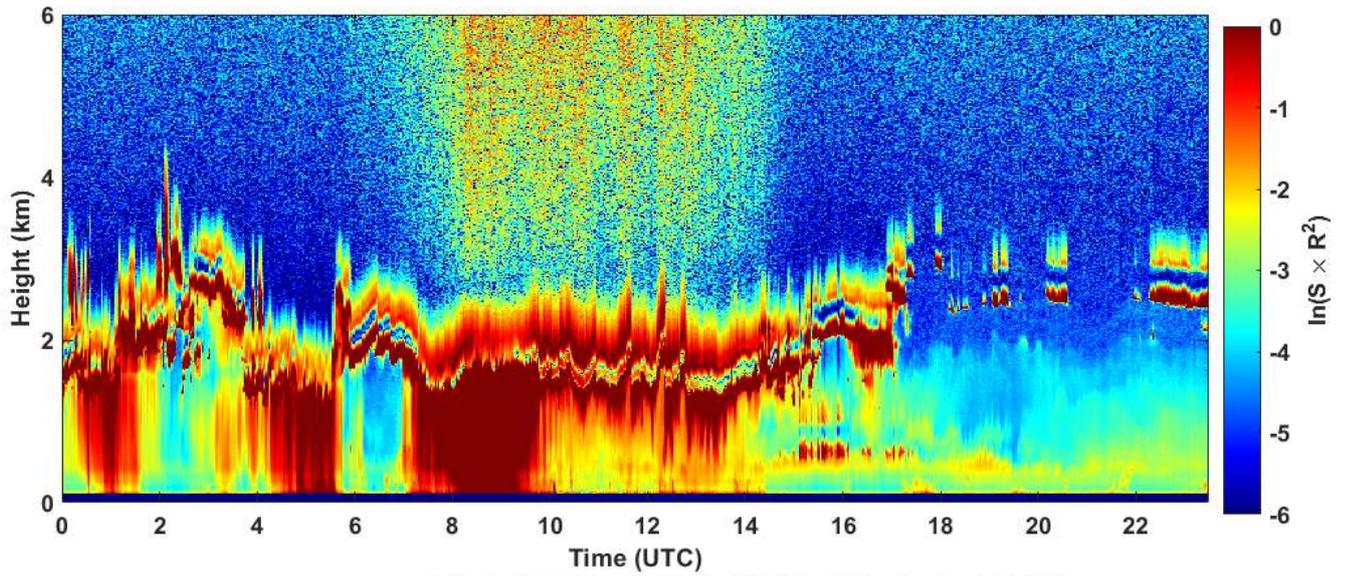
2019-12-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



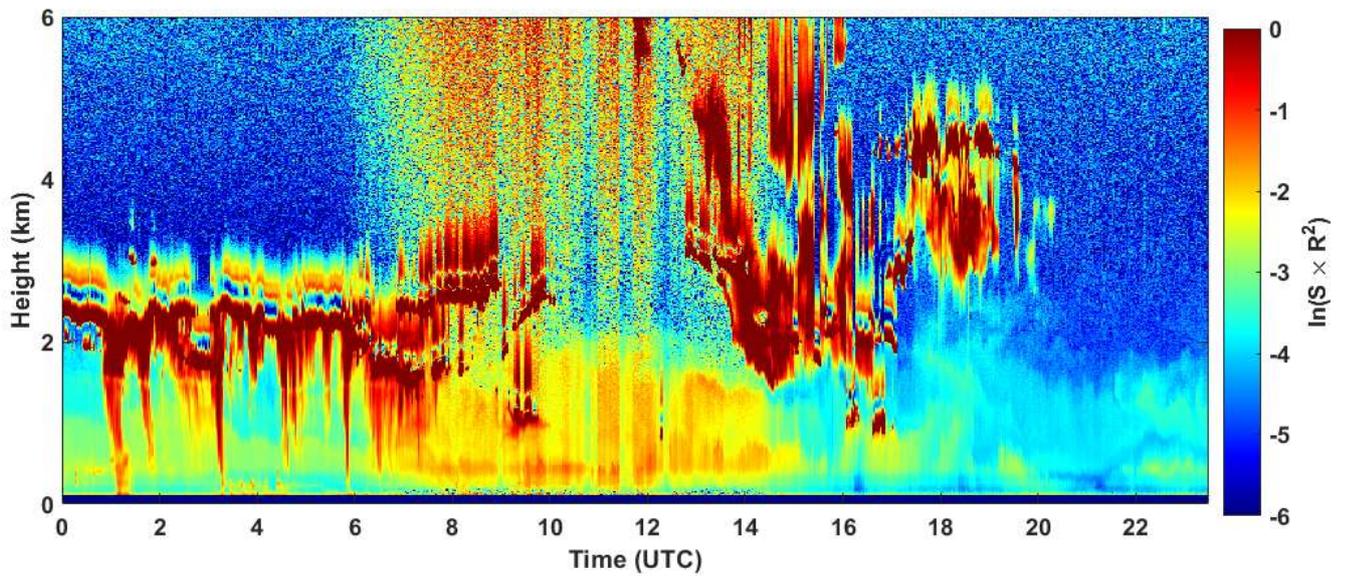
2019-12-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



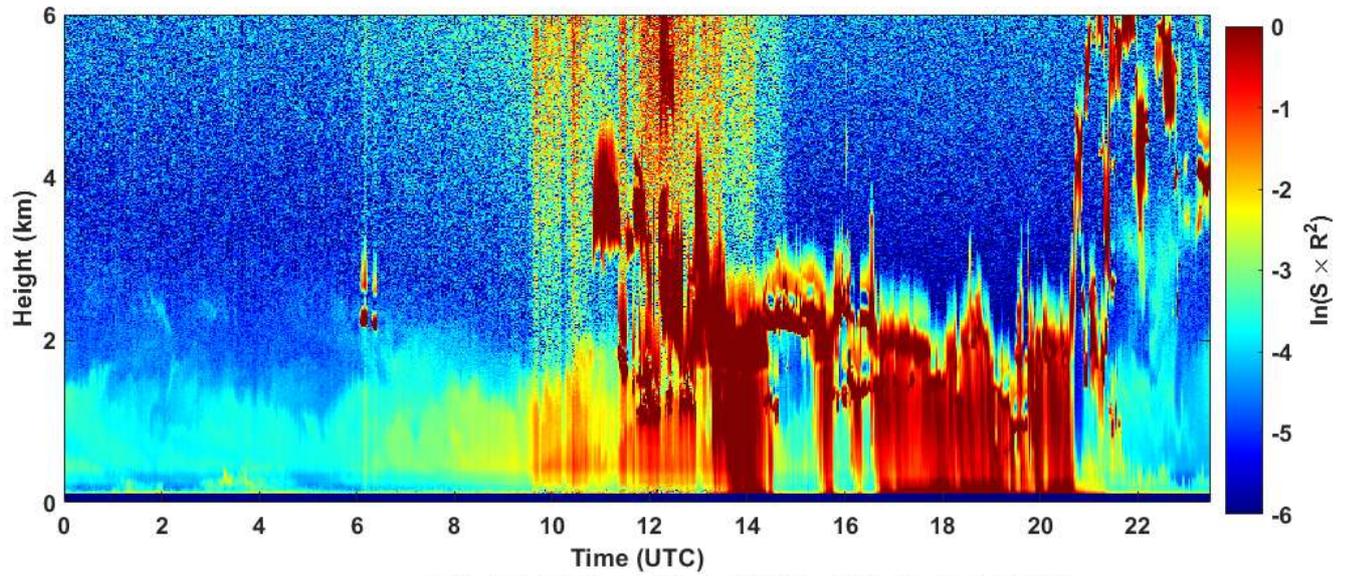
2019-12-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



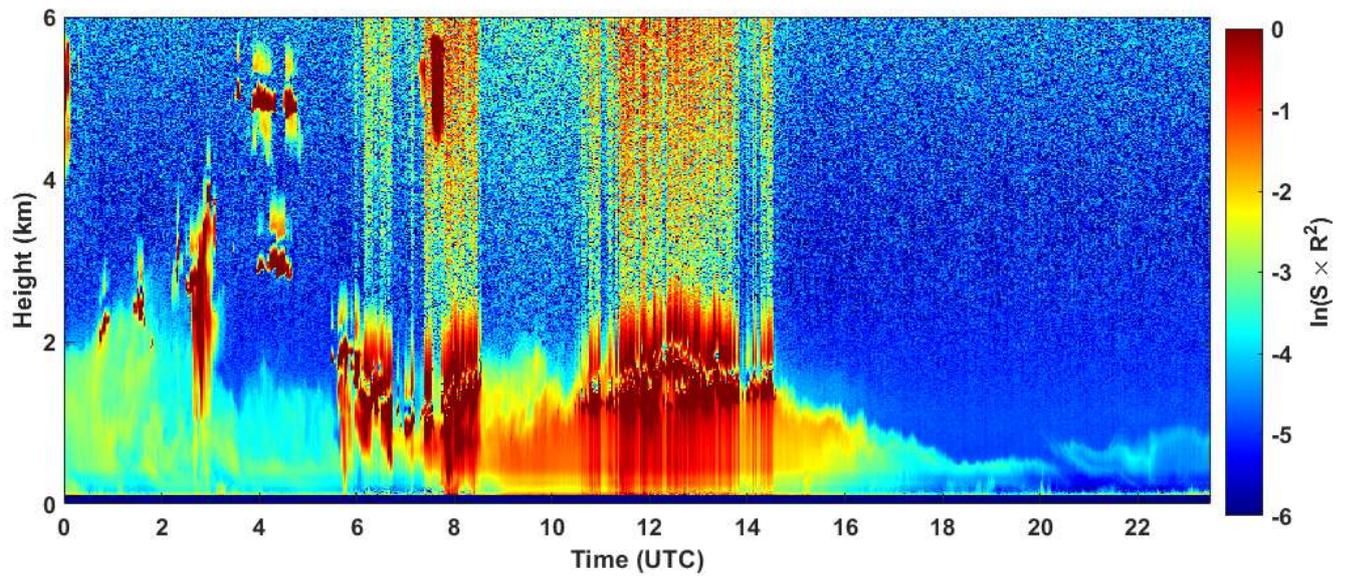
2019-12-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



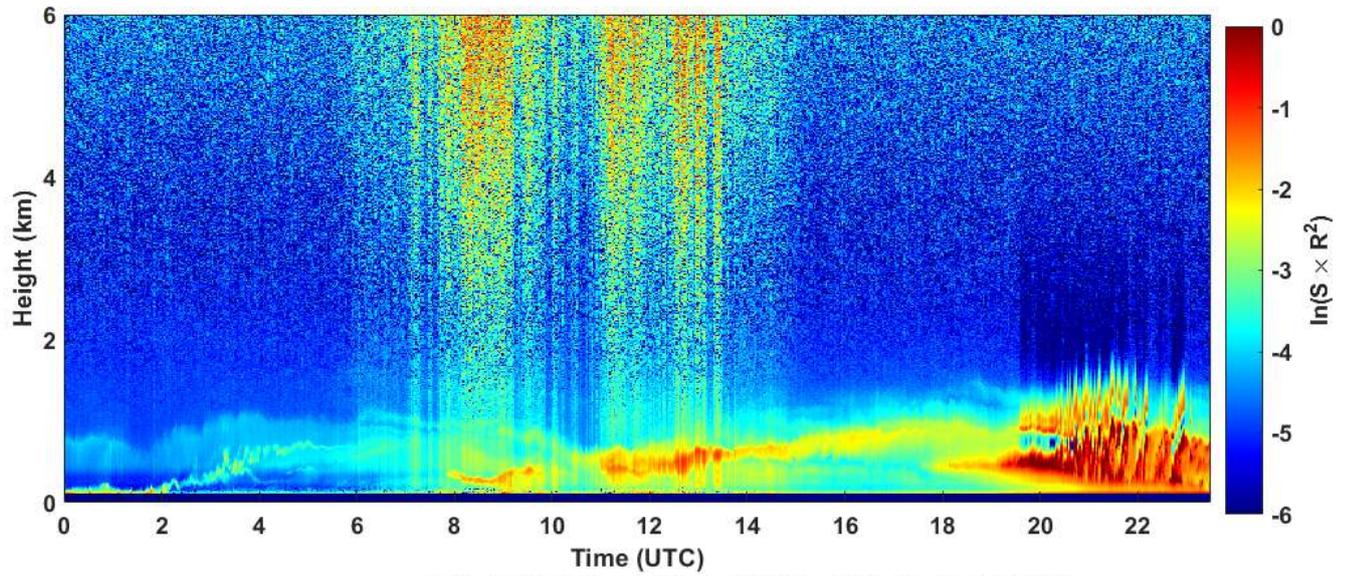
2019-12-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



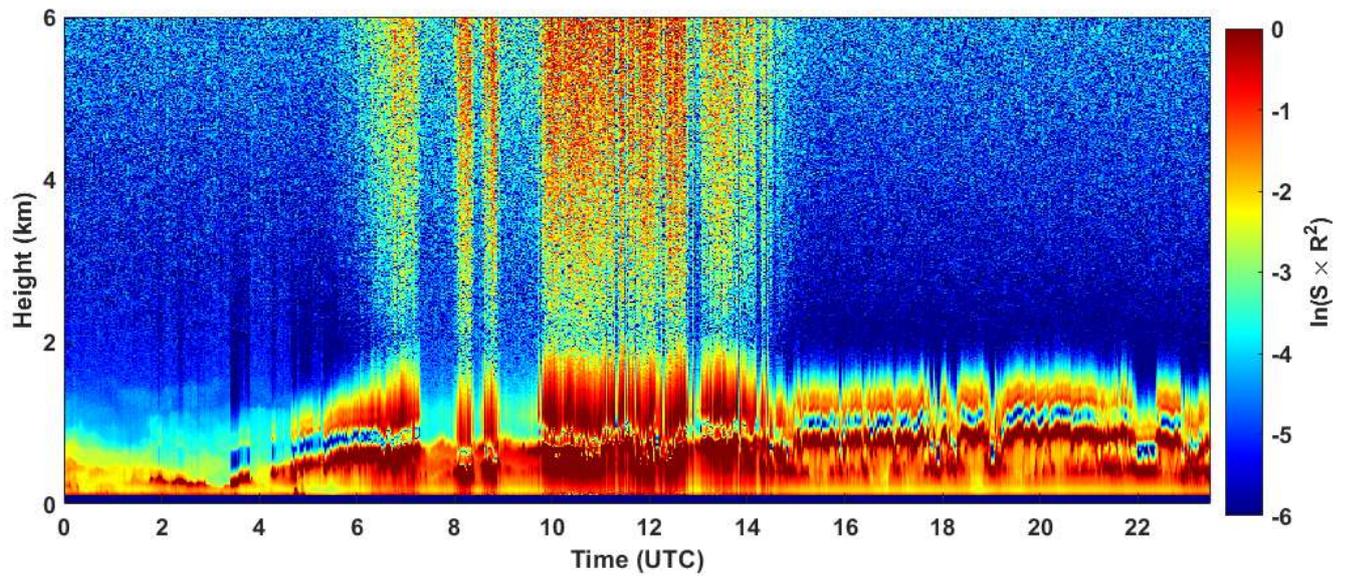
2019-12-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



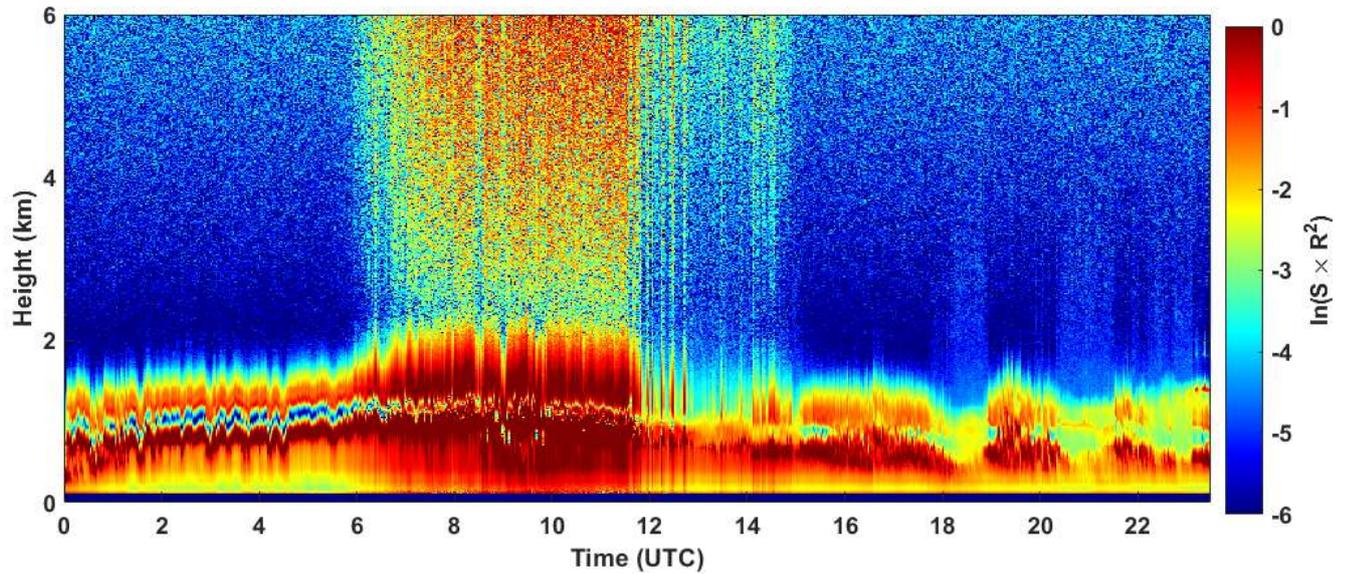
2019-12-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



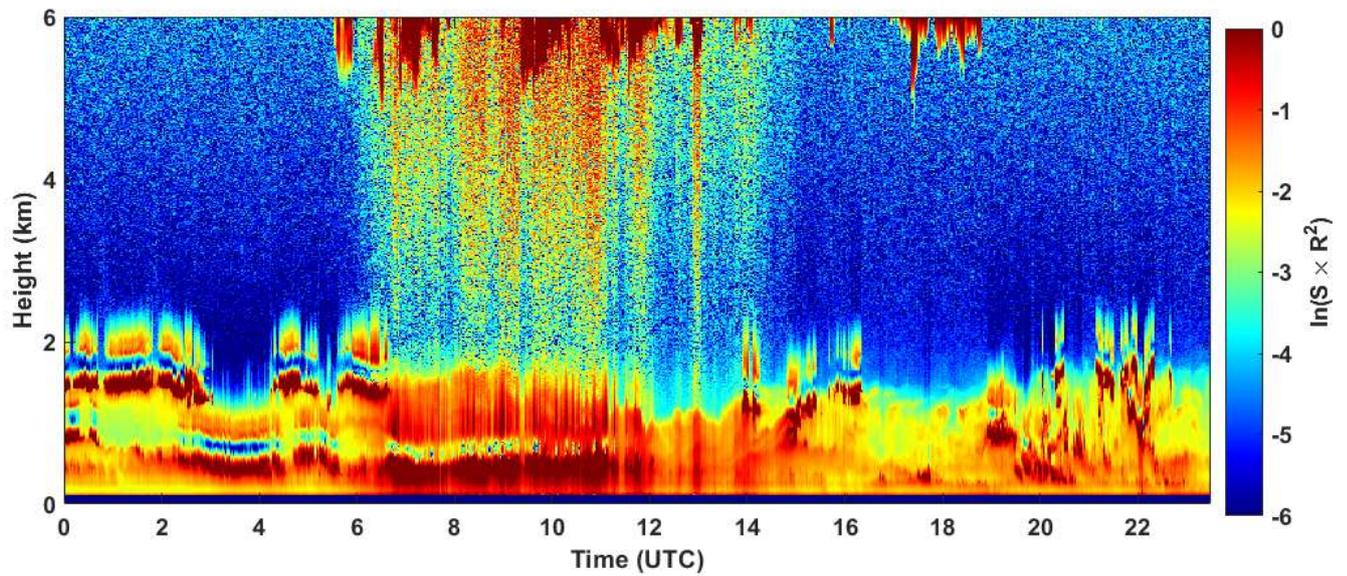
2019-12-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



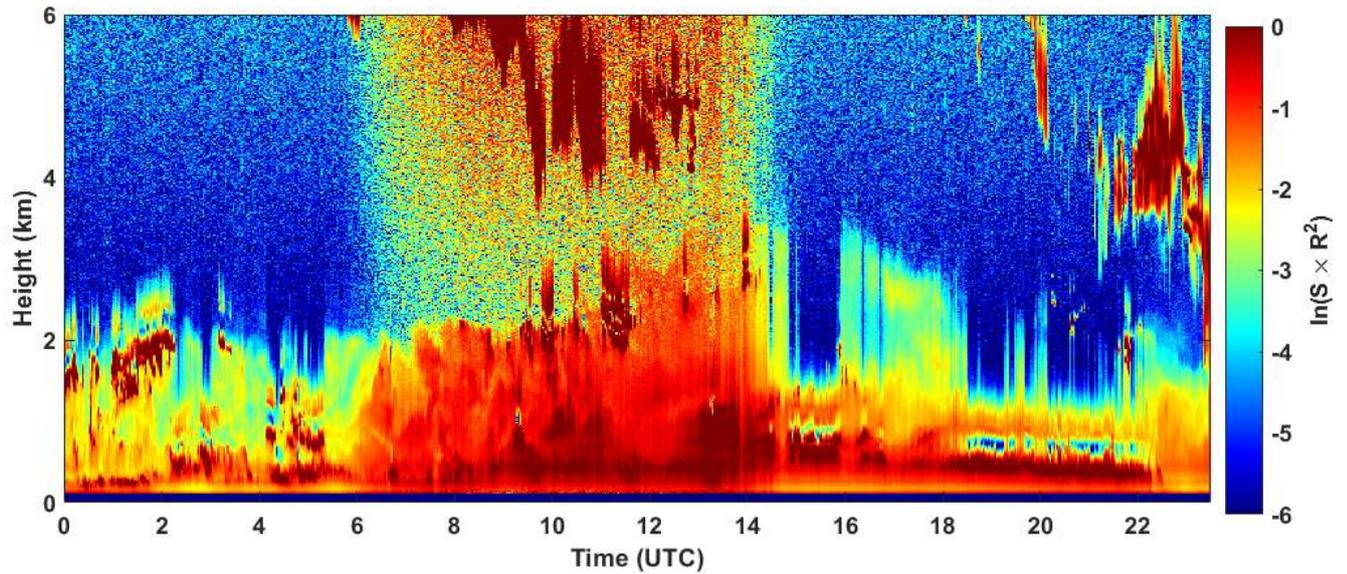
2019-12-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



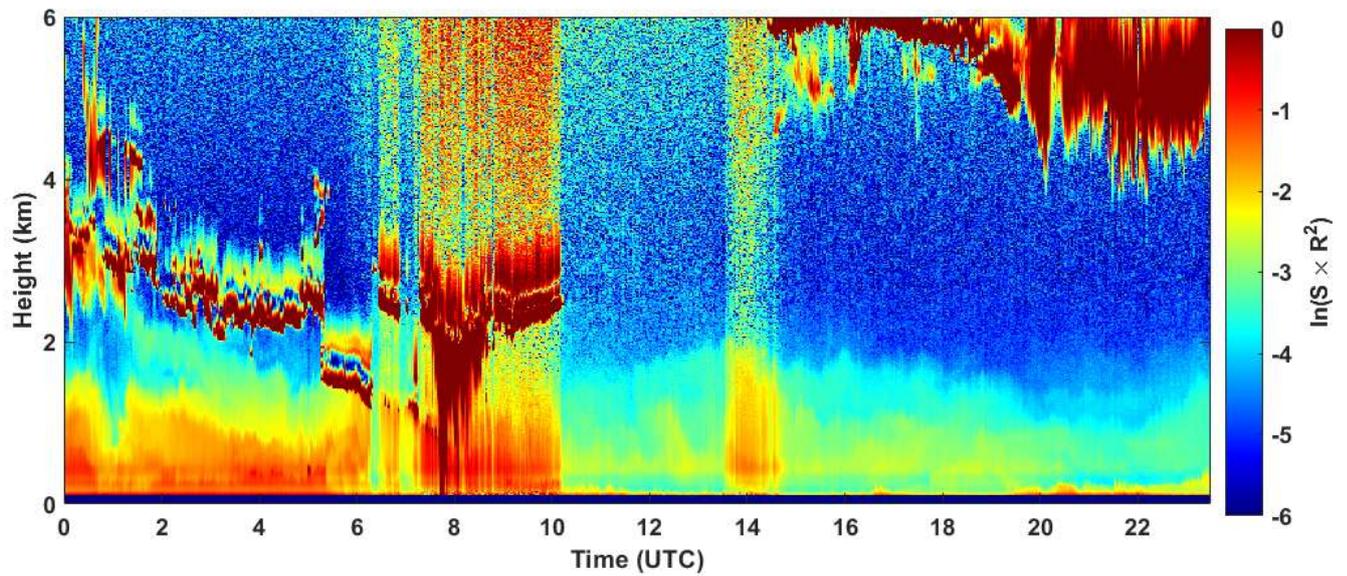
2019-12-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



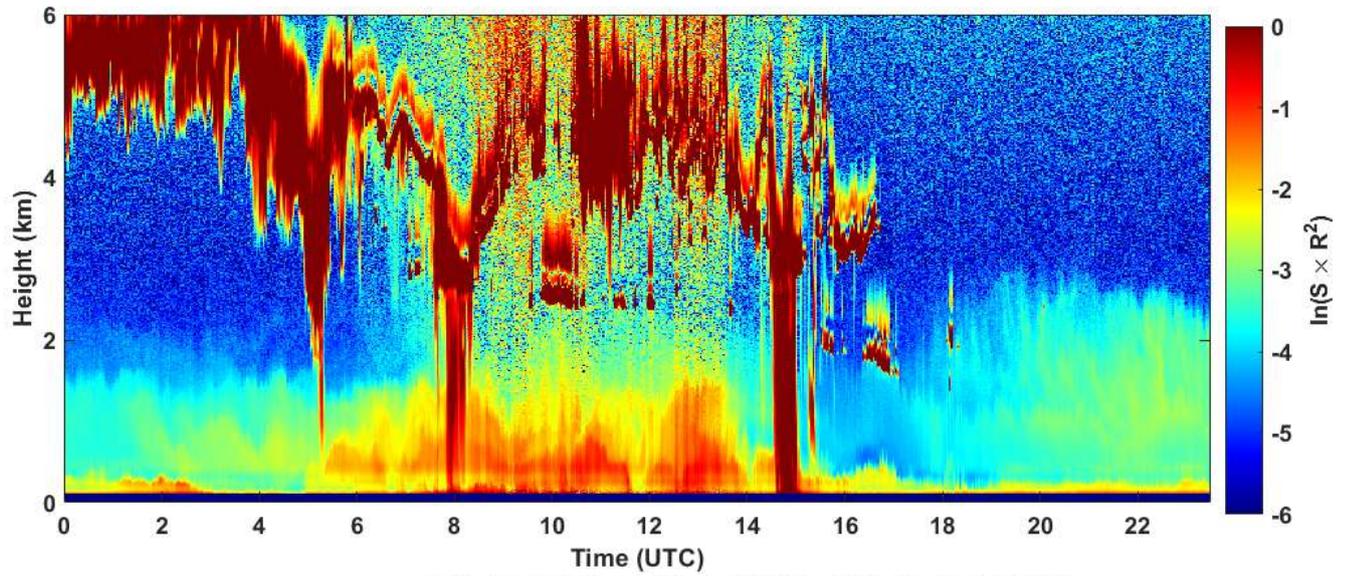
2019-12-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



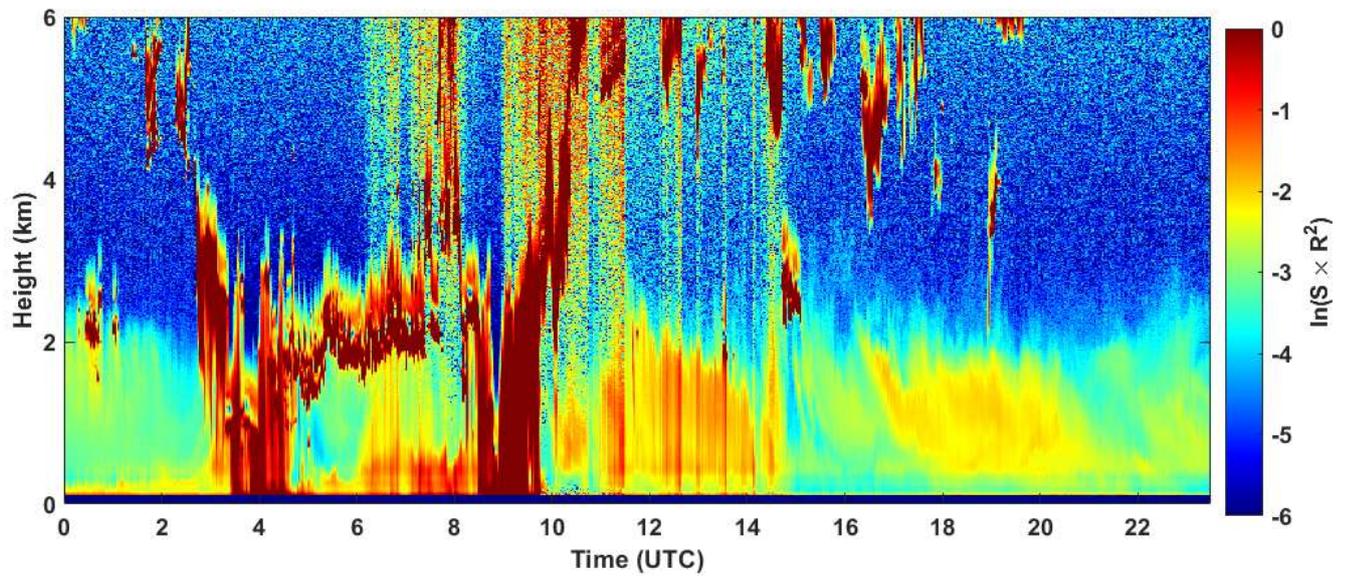
2019-12-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



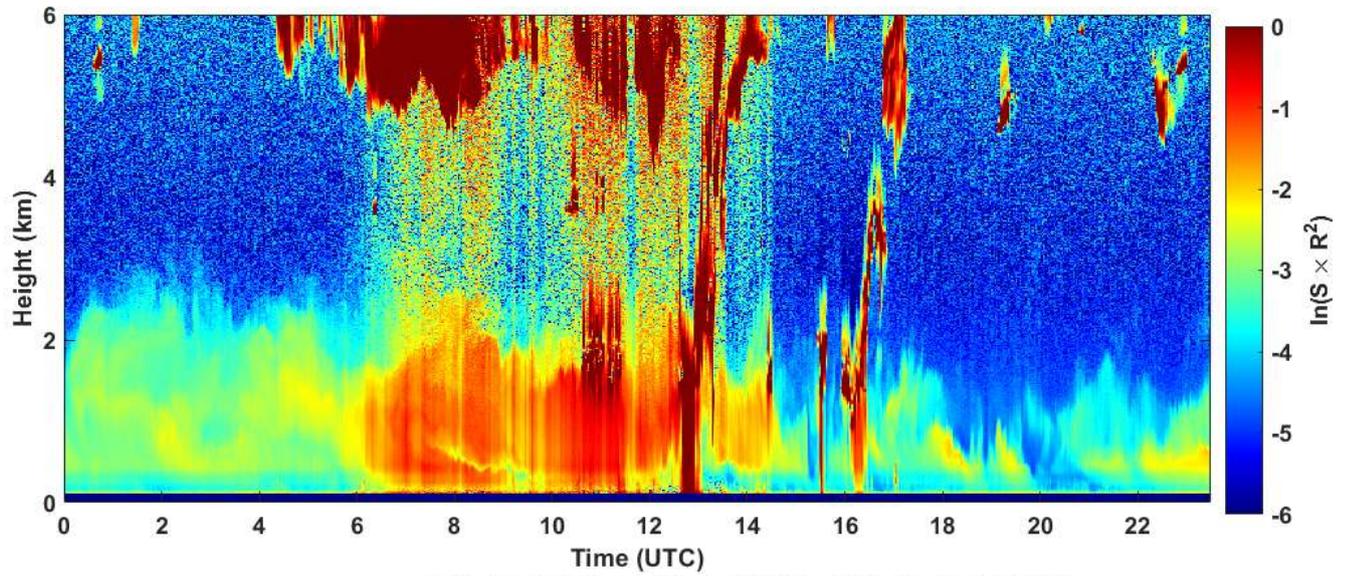
2019-12-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



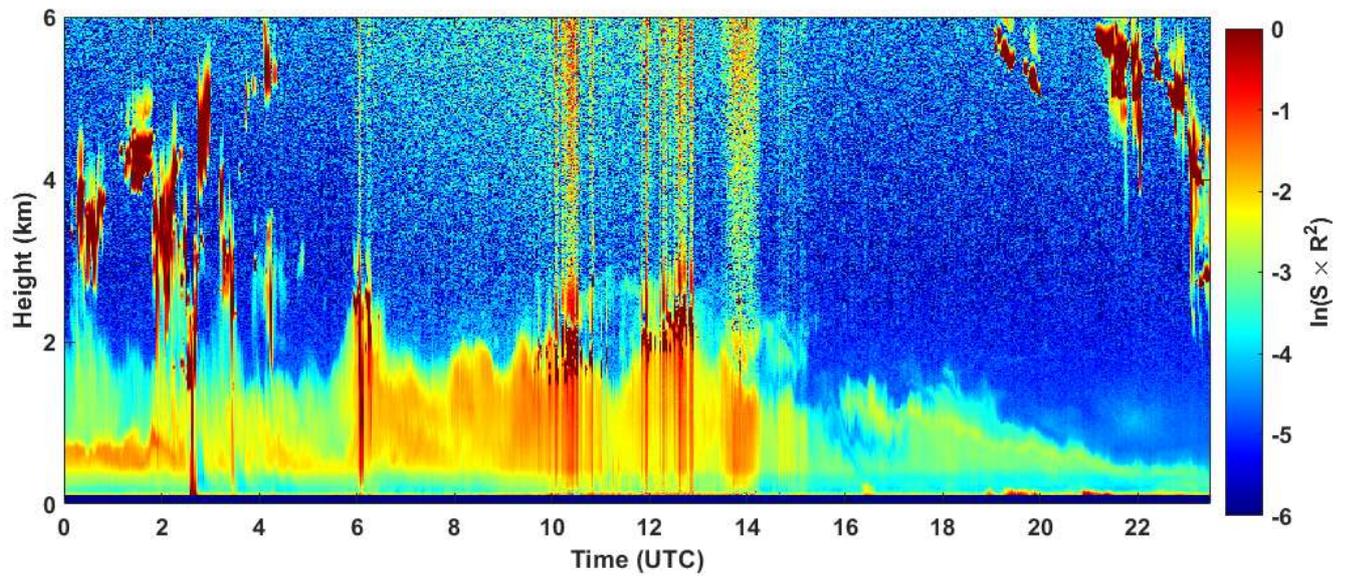
2019-12-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



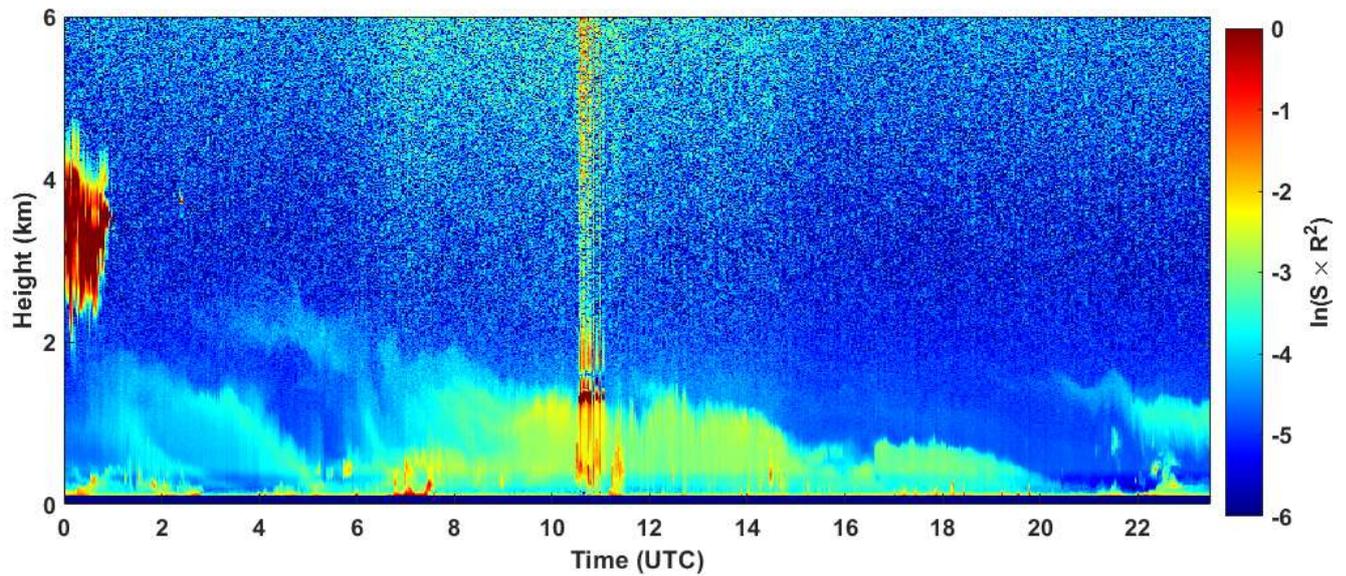
2019-12-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



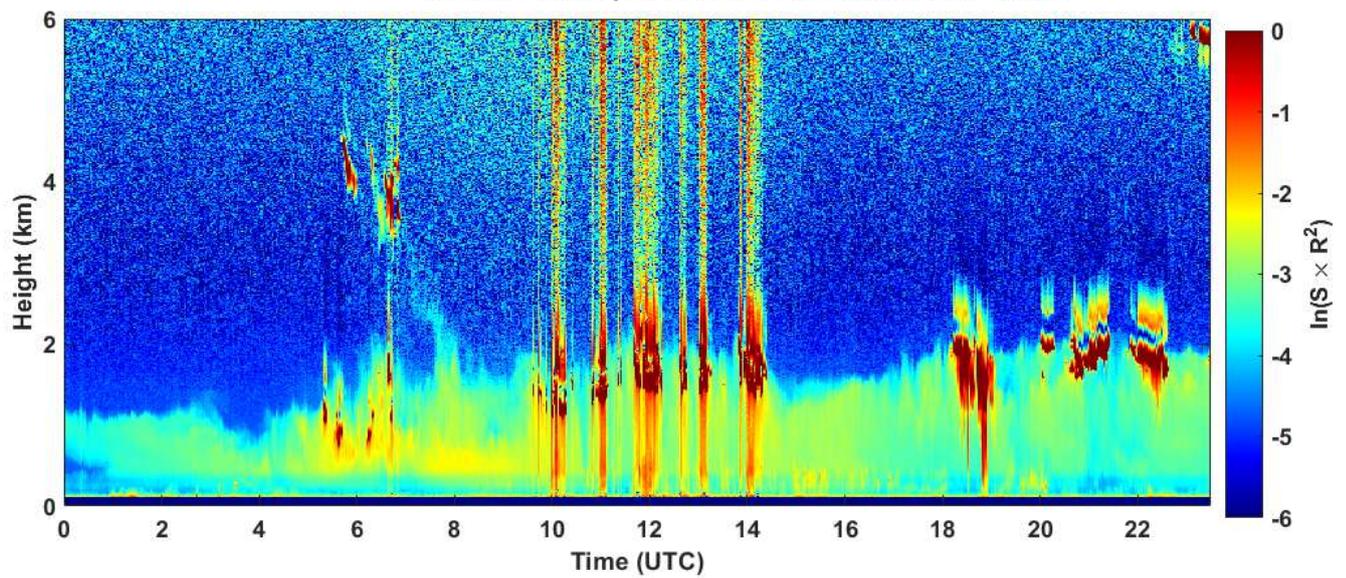
2019-12-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



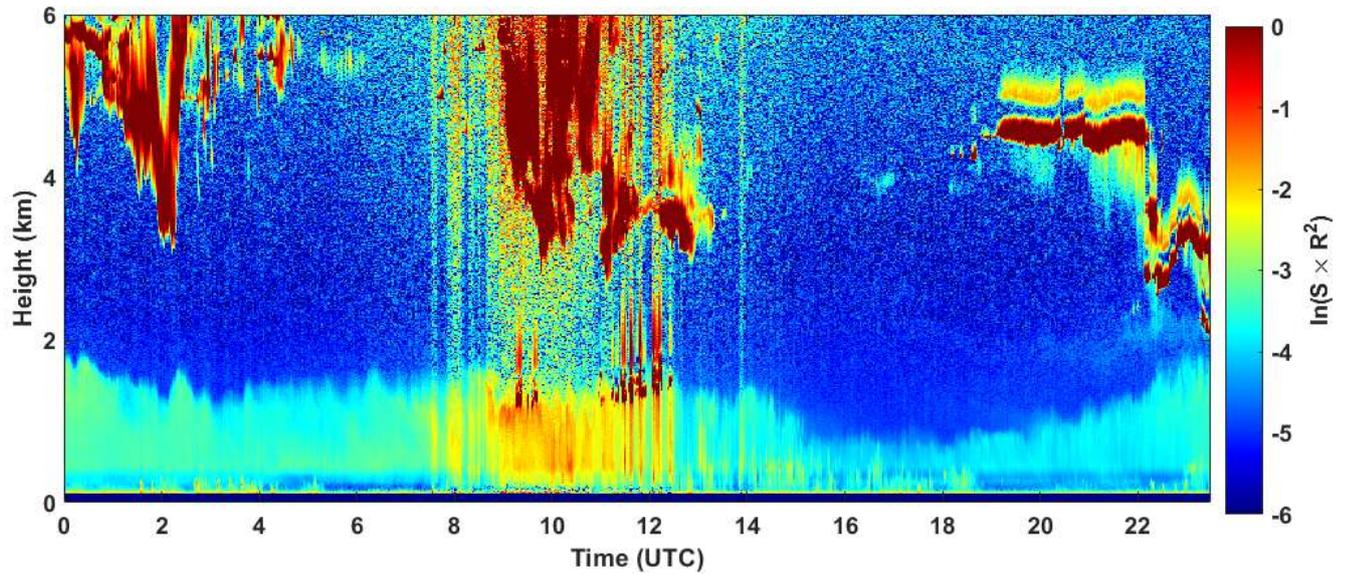
2019-12-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



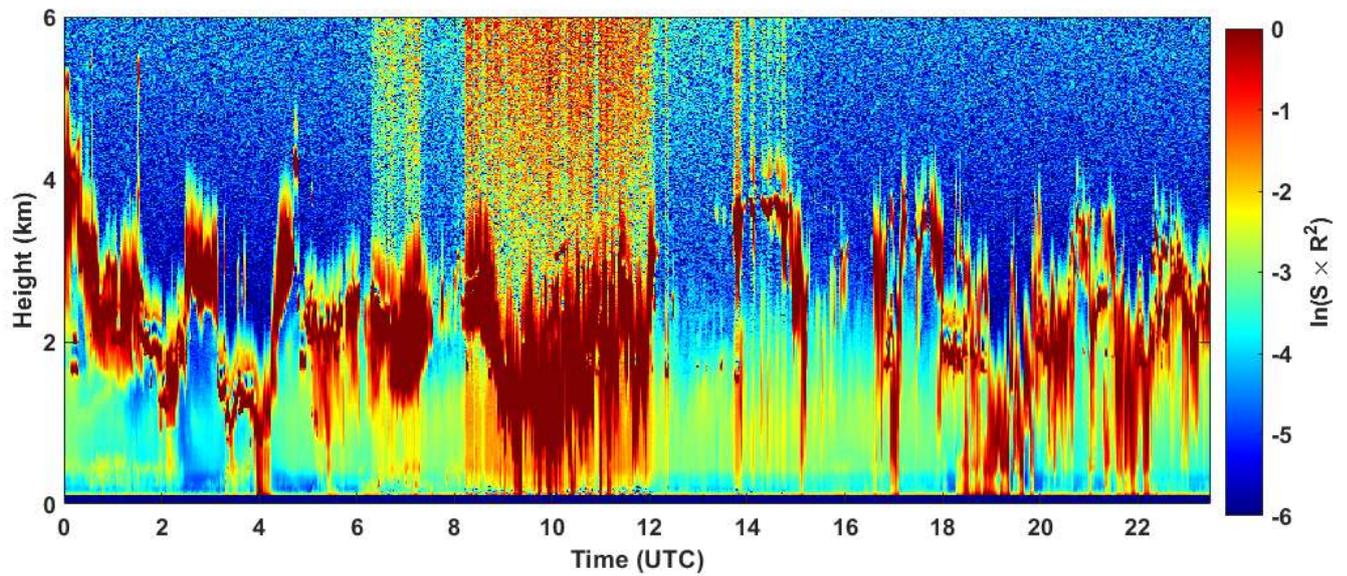
2019-12-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



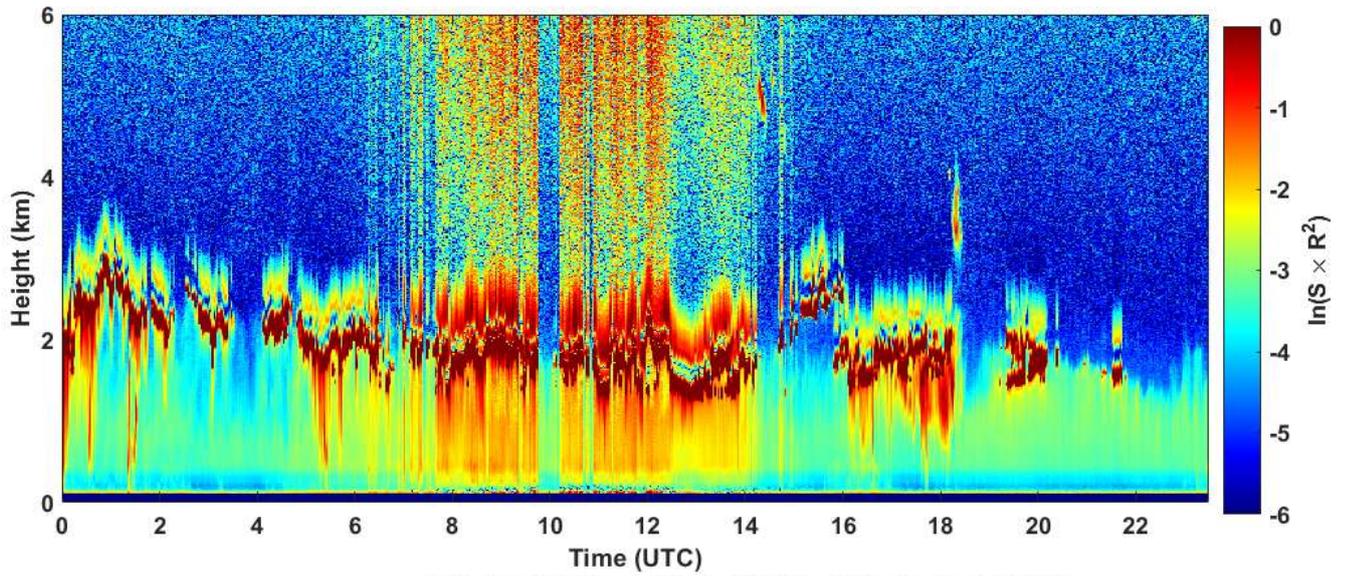
2019-12-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



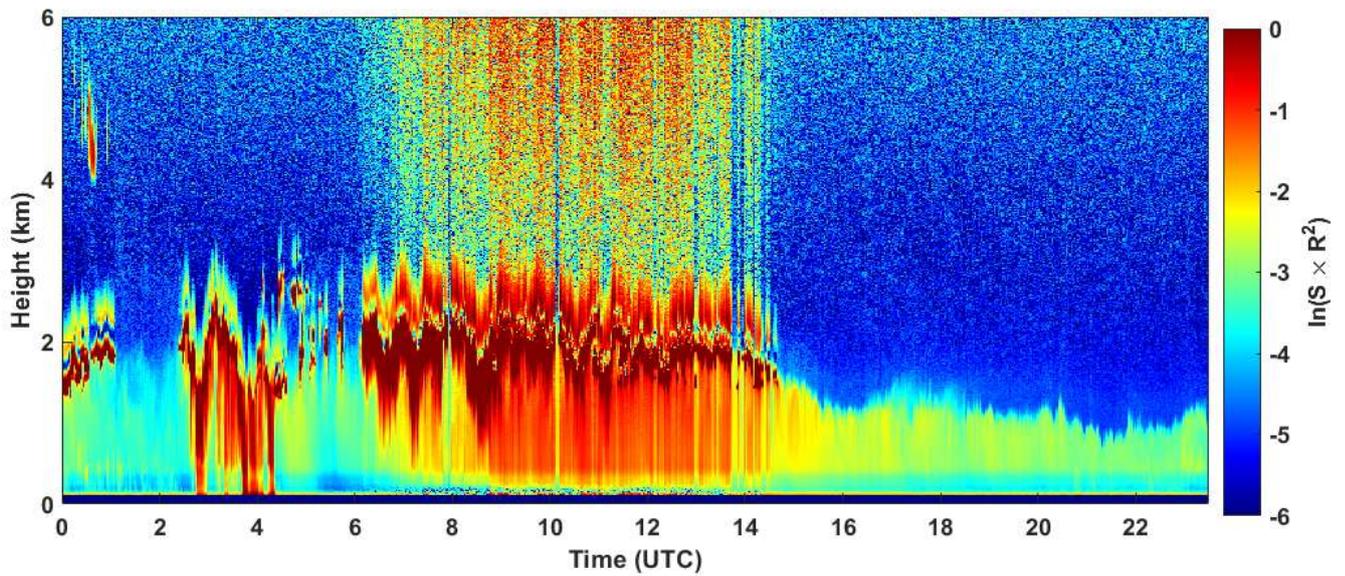
2019-12-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



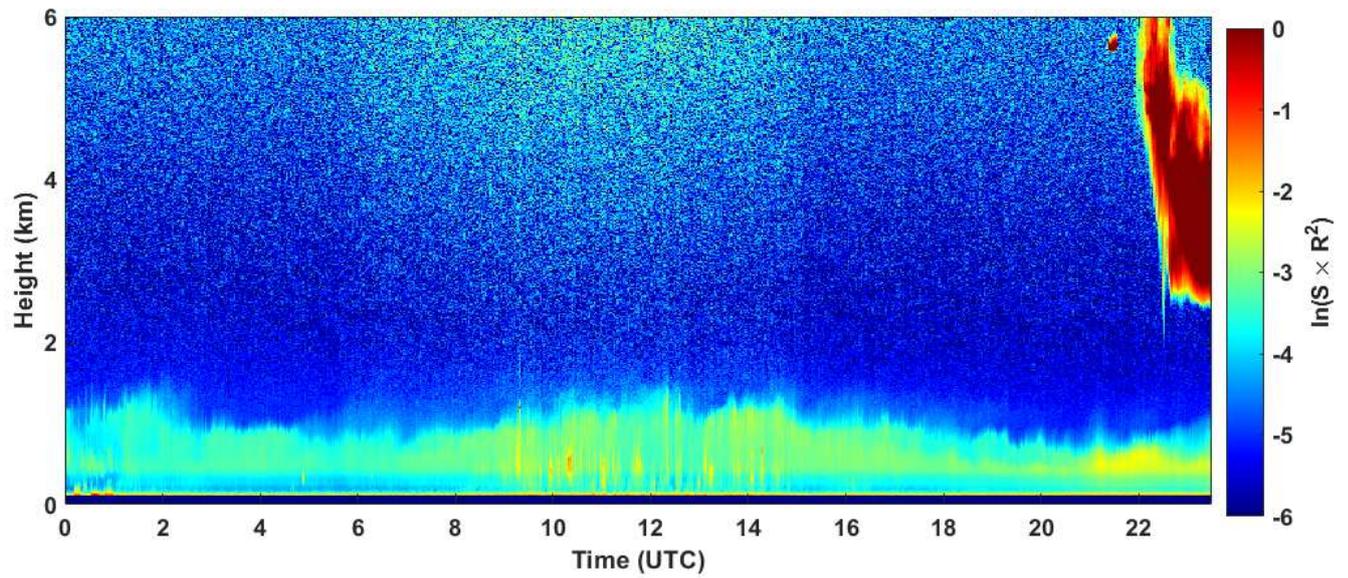
2019-12-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI



2019-12-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI

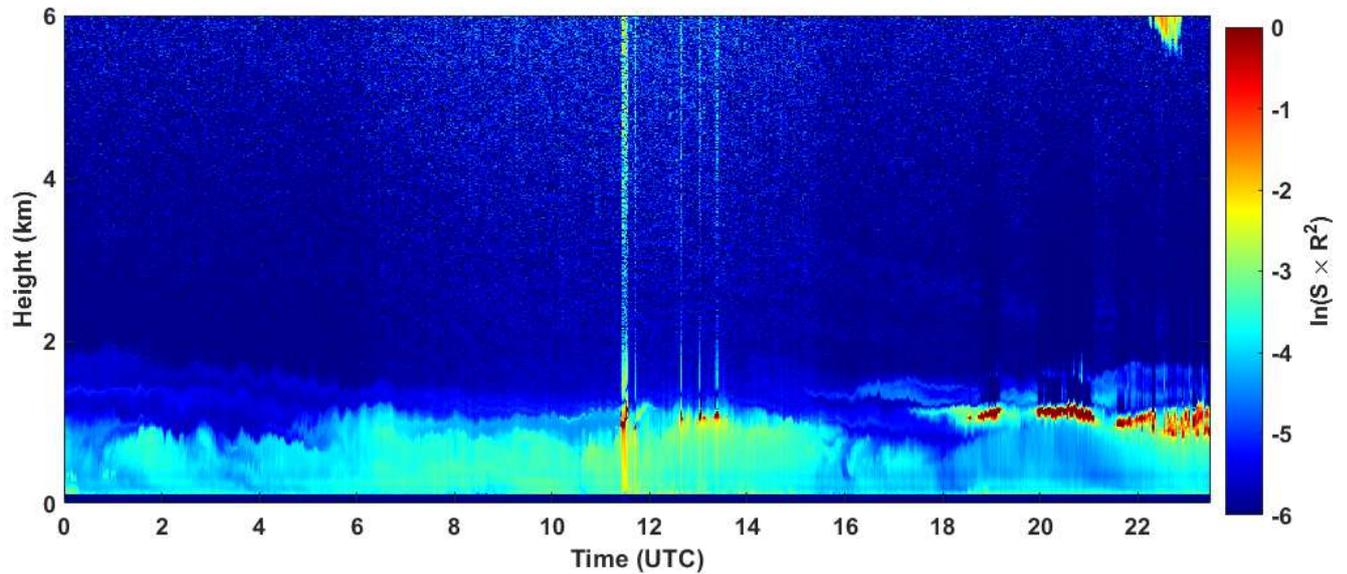


2019-12-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR2 PARCHI

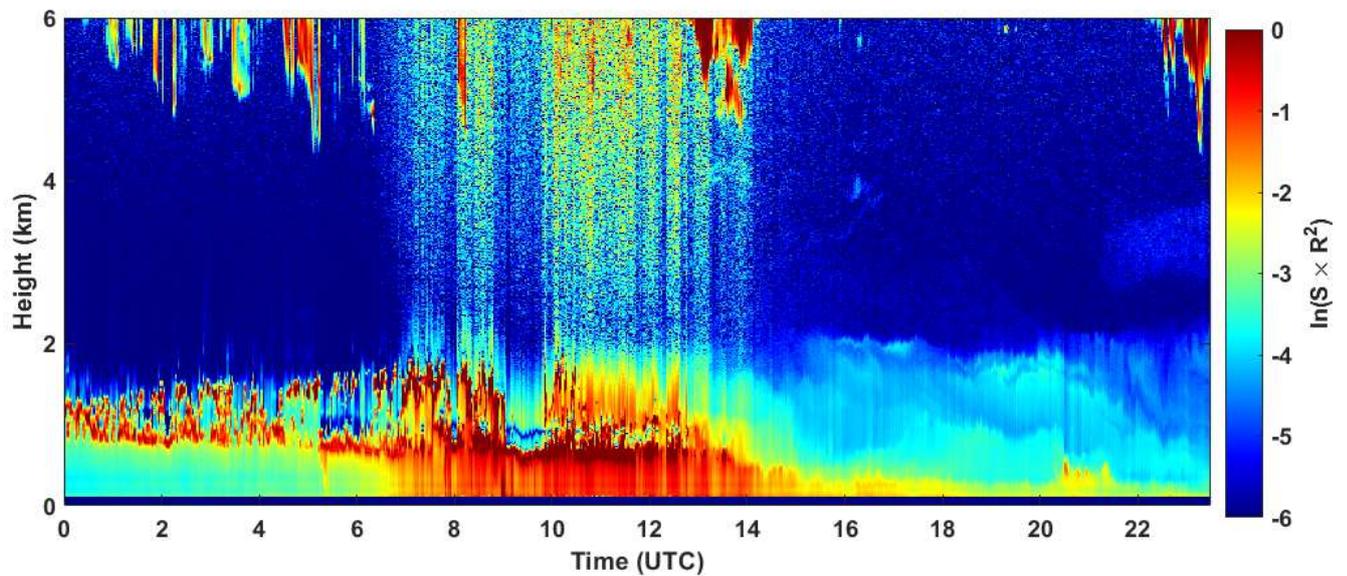


SEGNALE LIDAR3 AGGLOMERATO

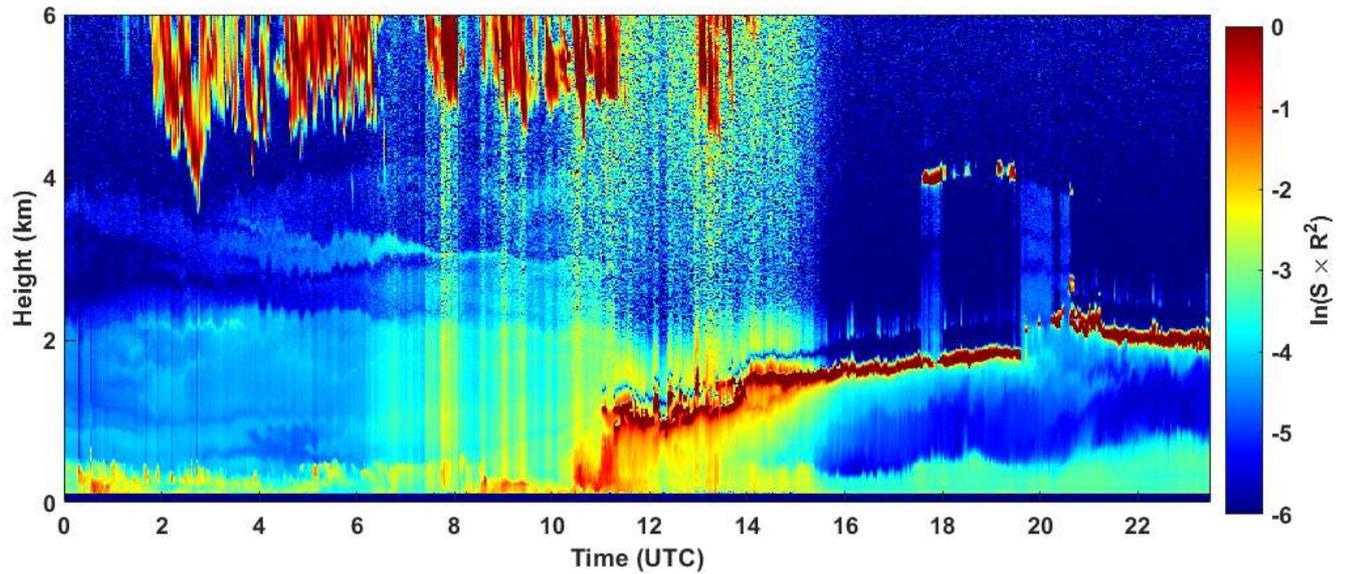
2019-12-01 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



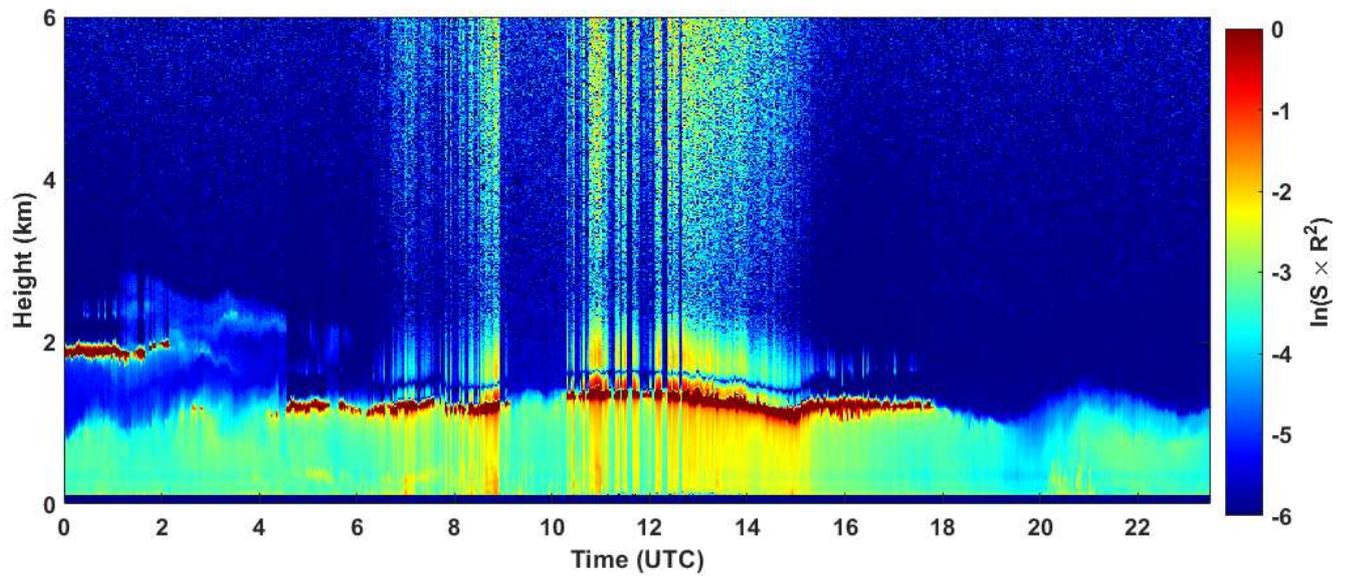
2019-12-02 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



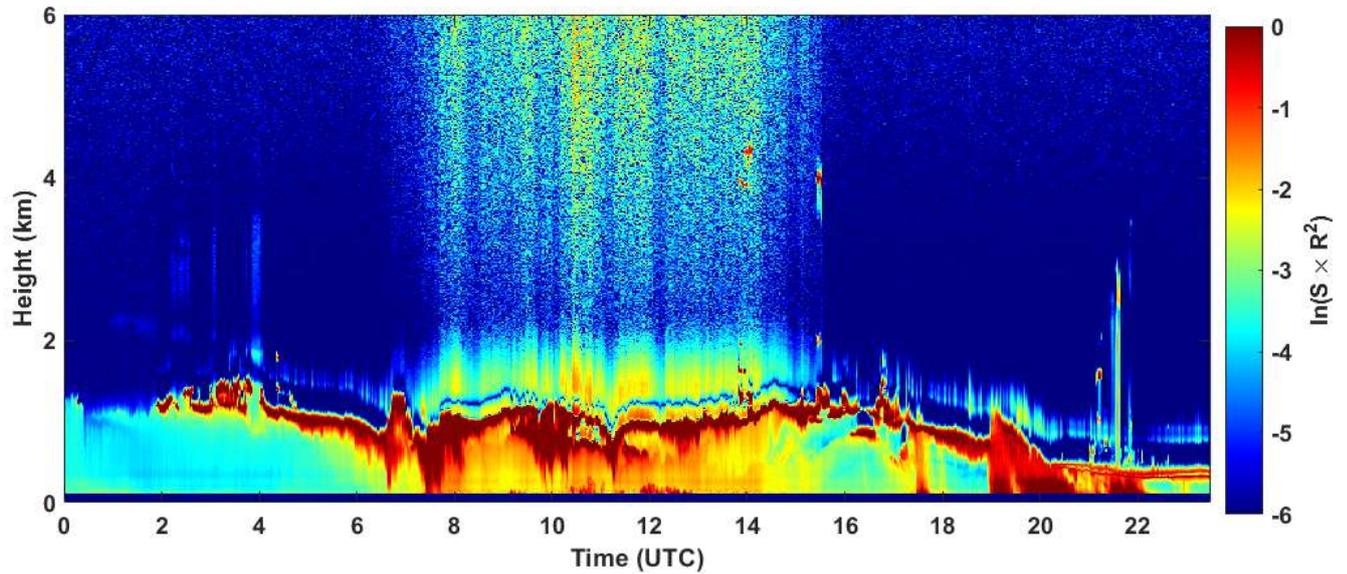
2019-12-03 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



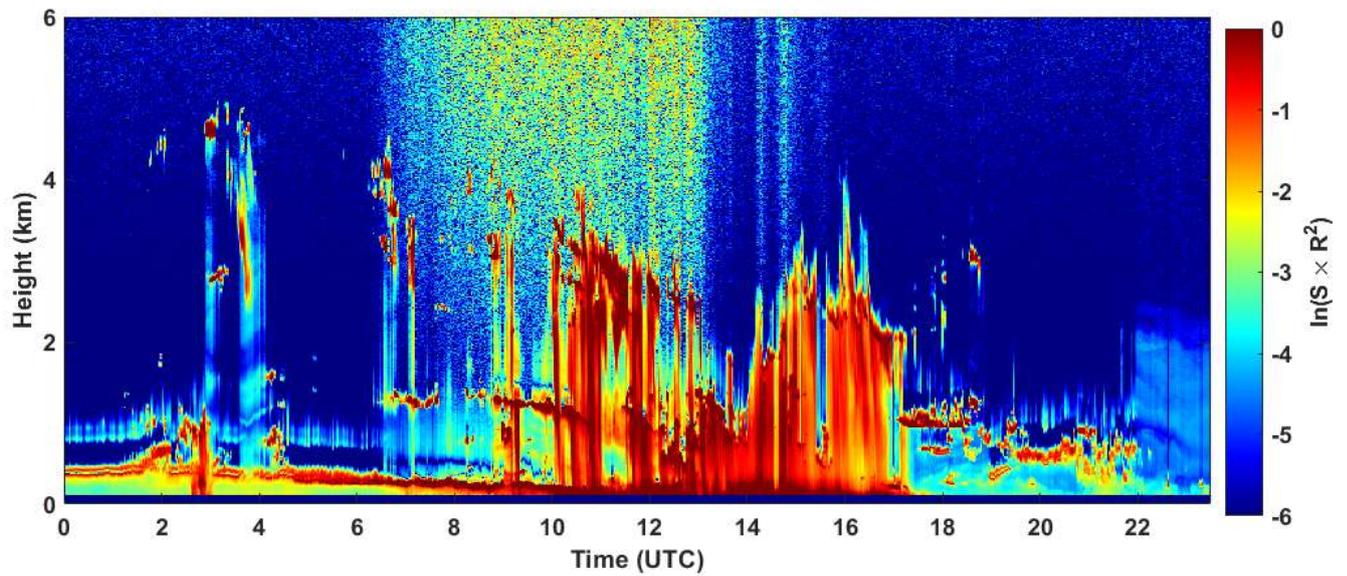
2019-12-04 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



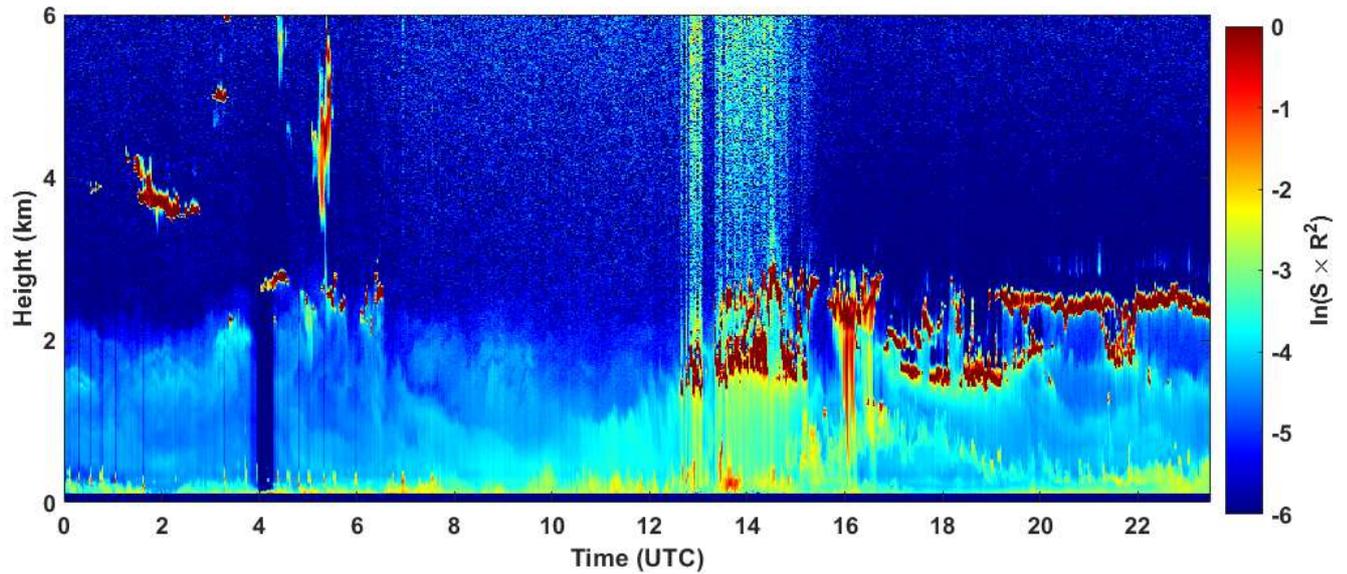
2019-12-05 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



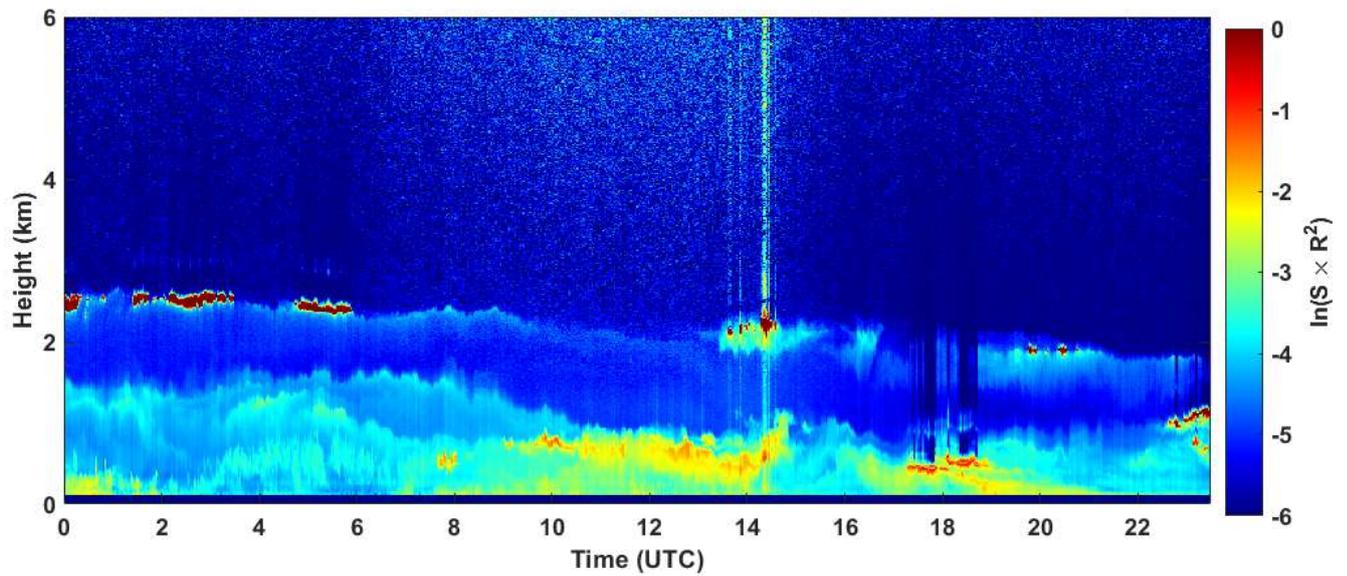
2019-12-06 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



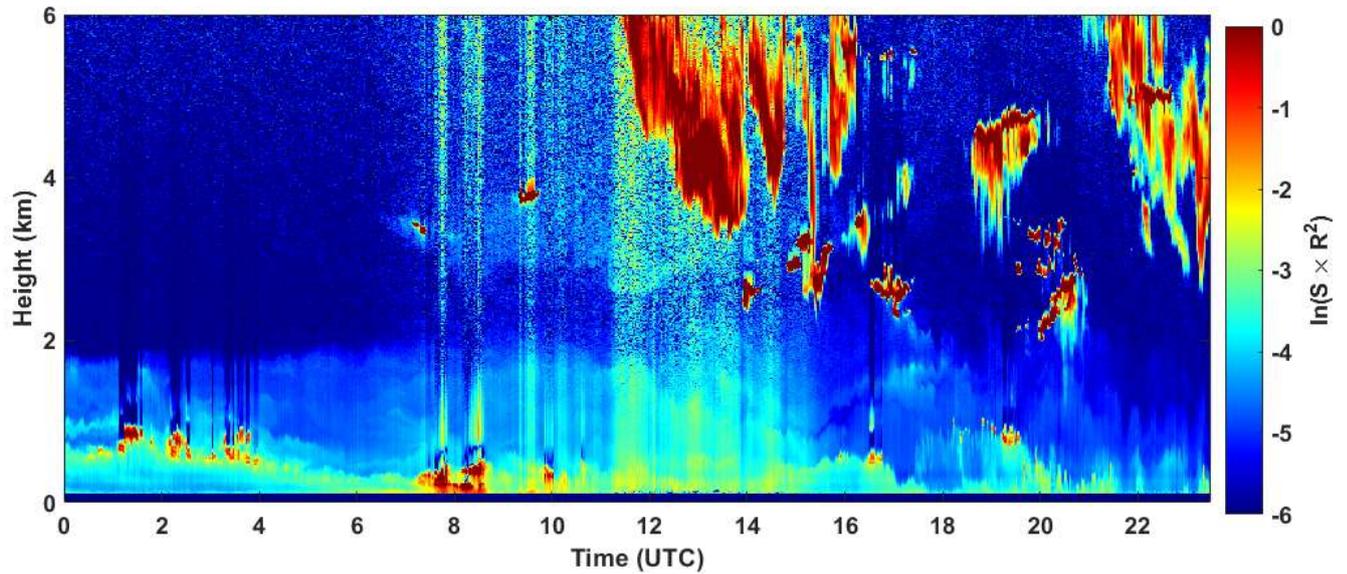
2019-12-07 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



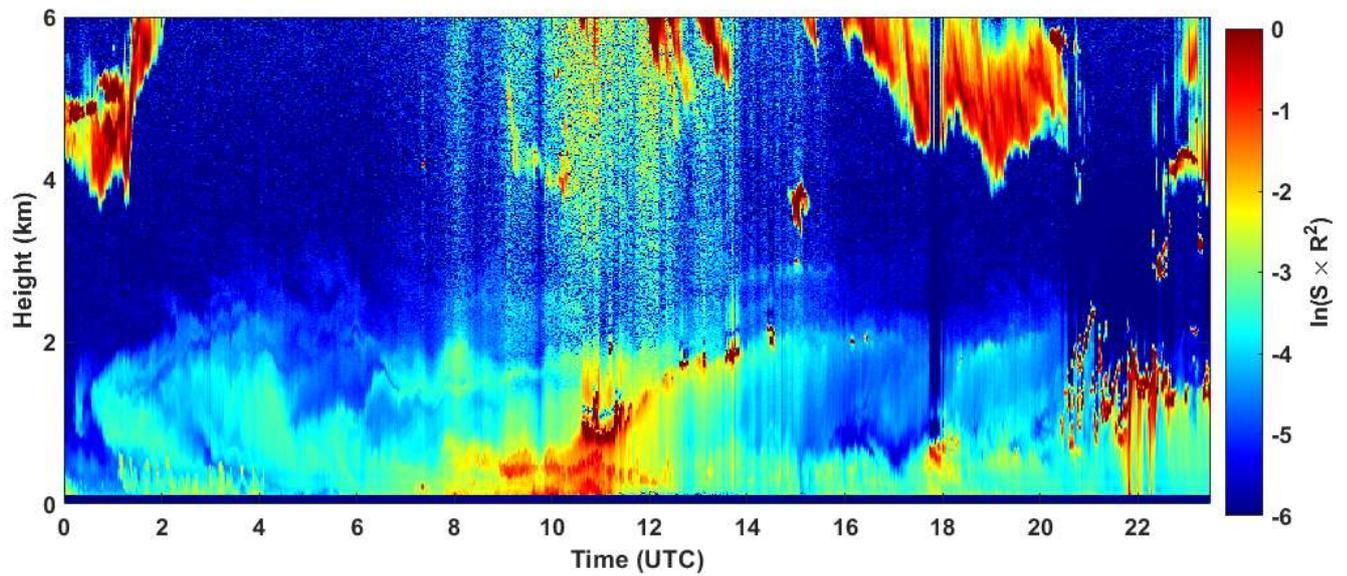
2019-12-08 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



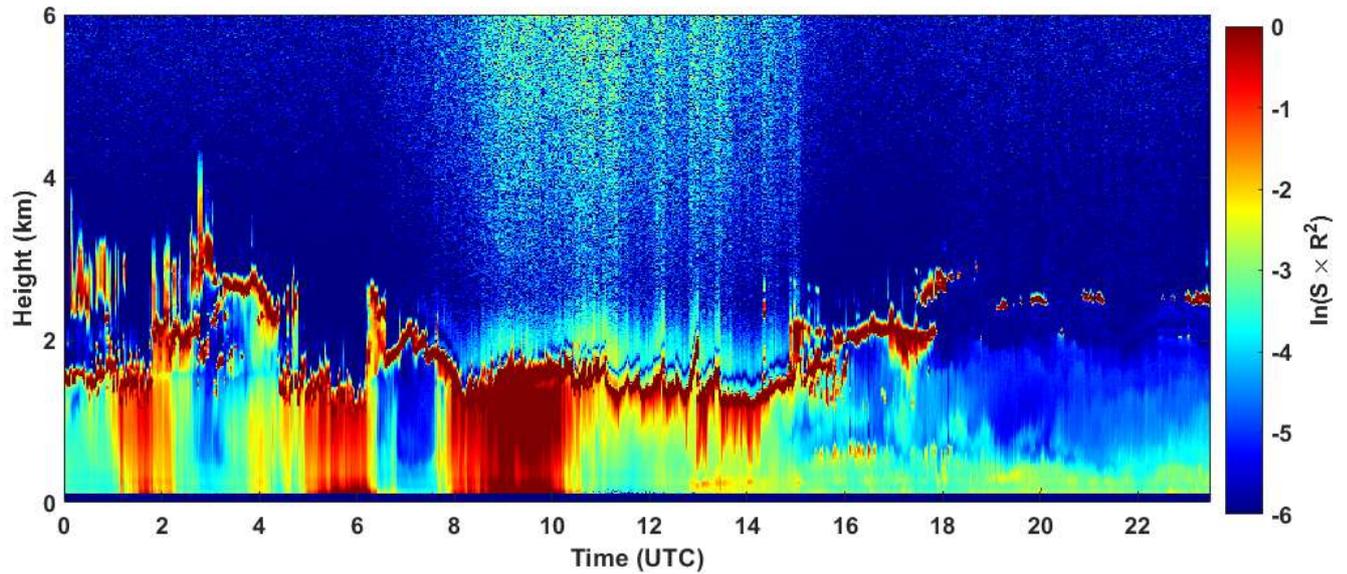
2019-12-09 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



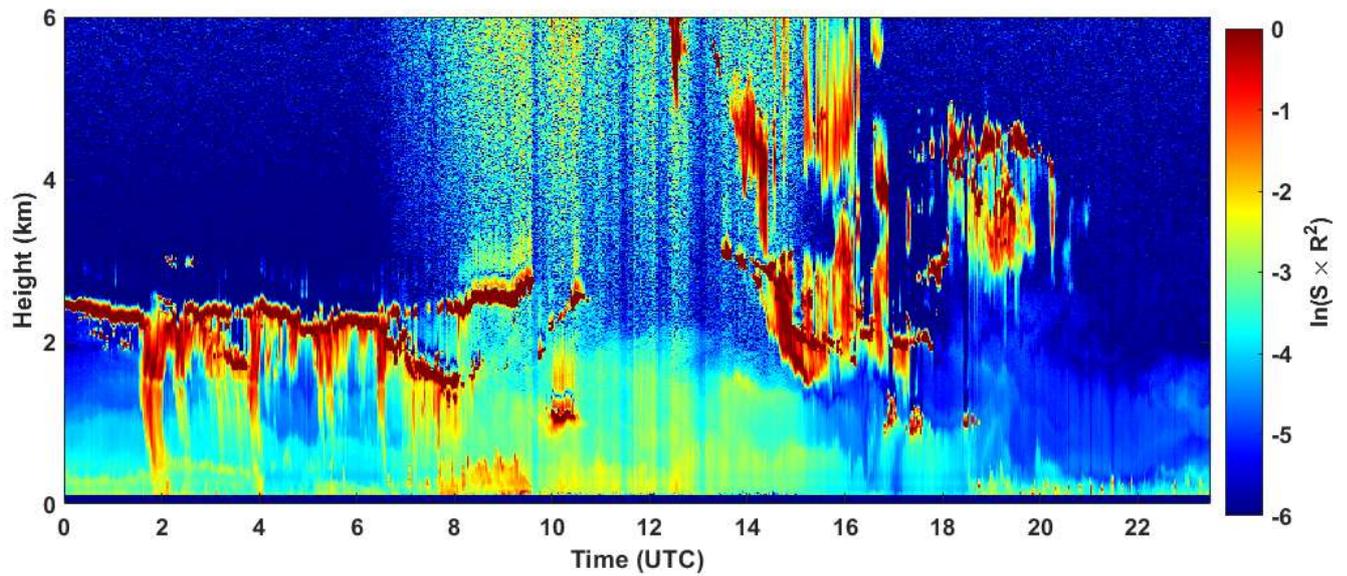
2019-12-10 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



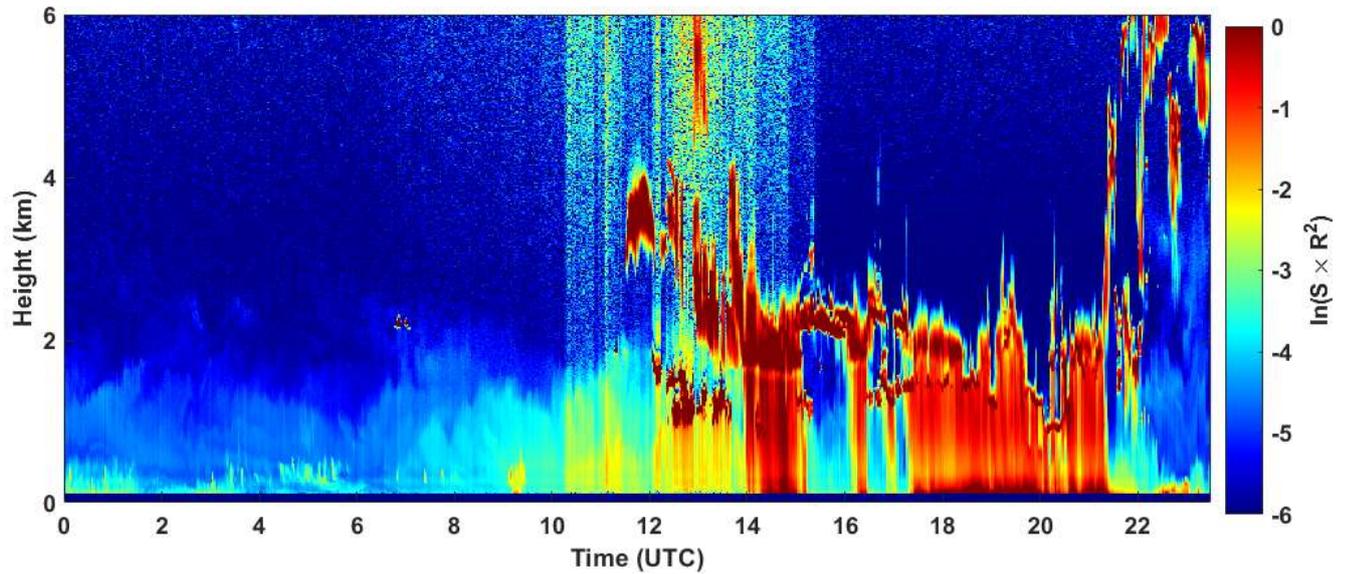
2019-12-11 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



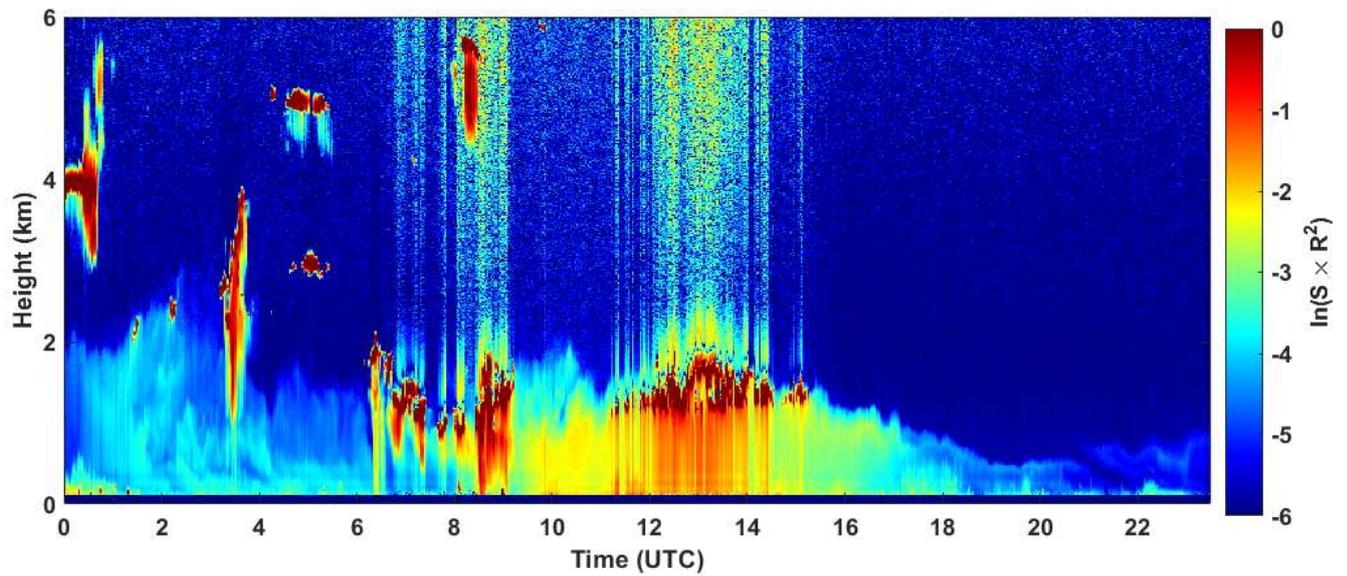
2019-12-12 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



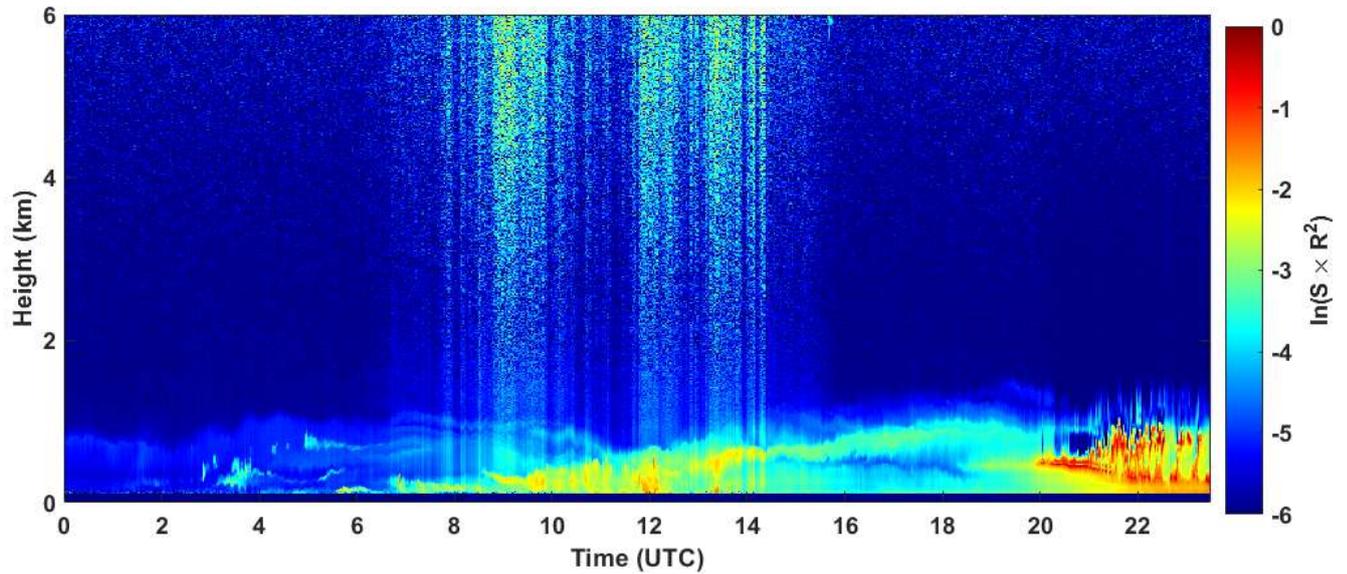
2019-12-13 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



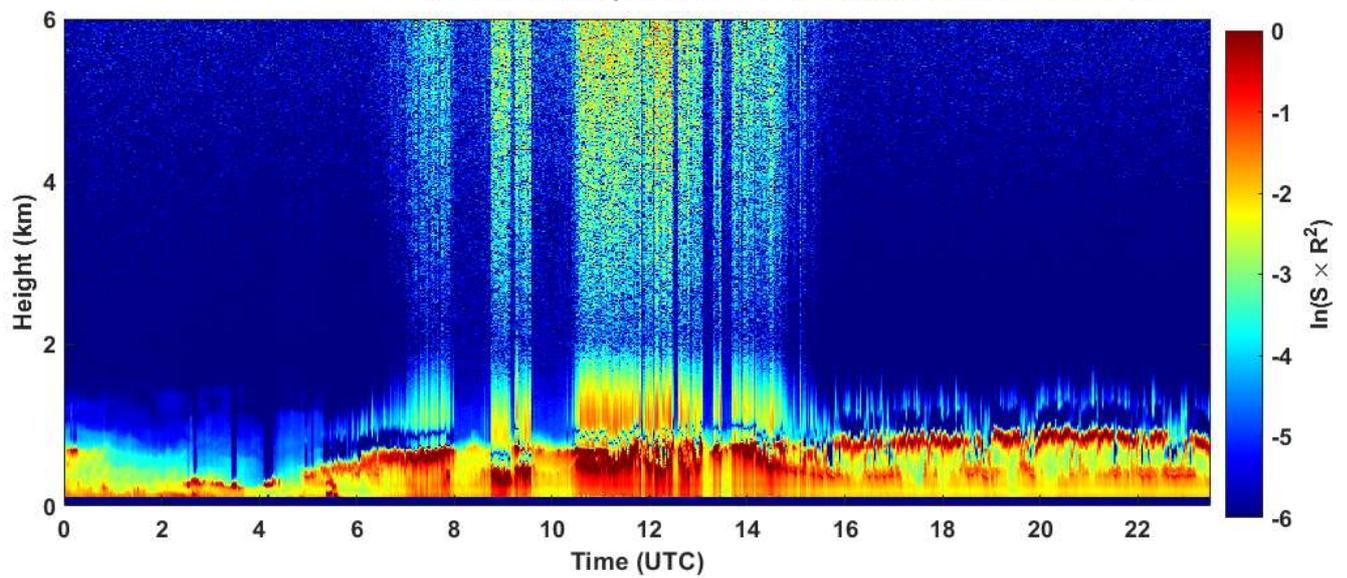
2019-12-14 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



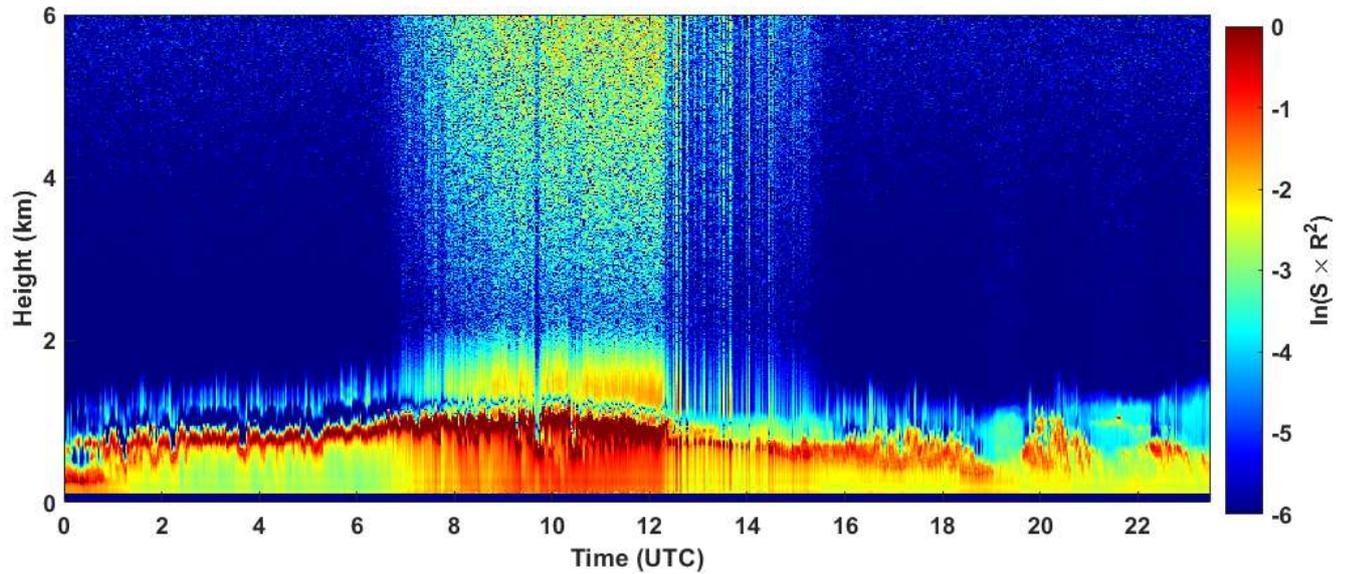
2019-12-15 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



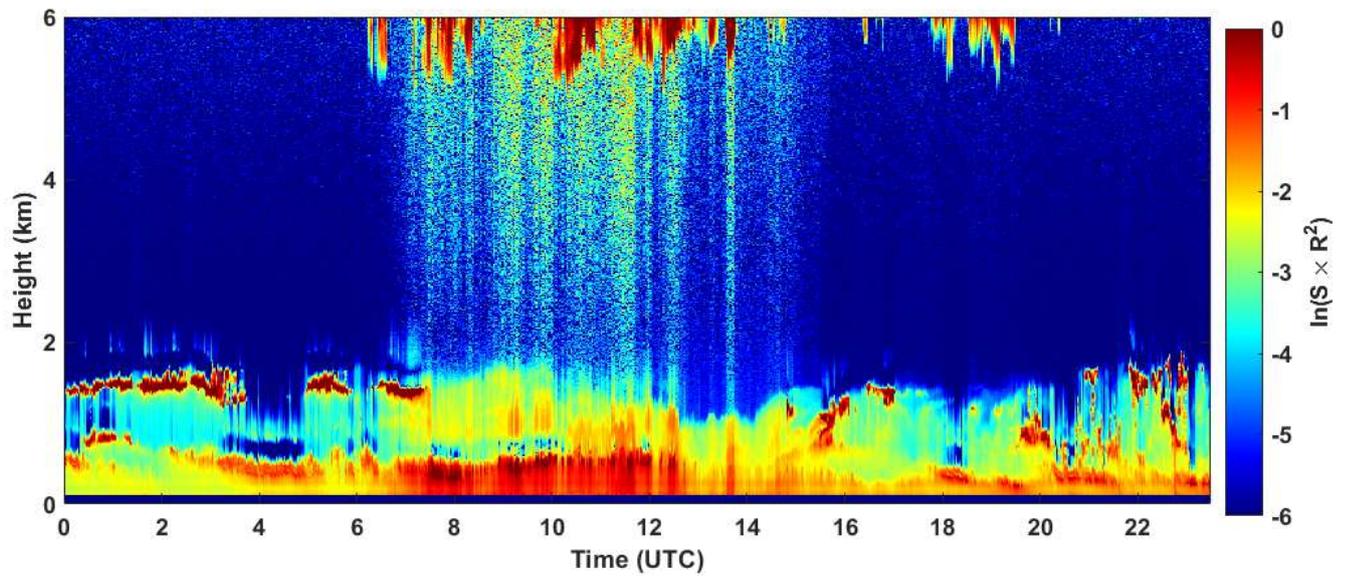
2019-12-16 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



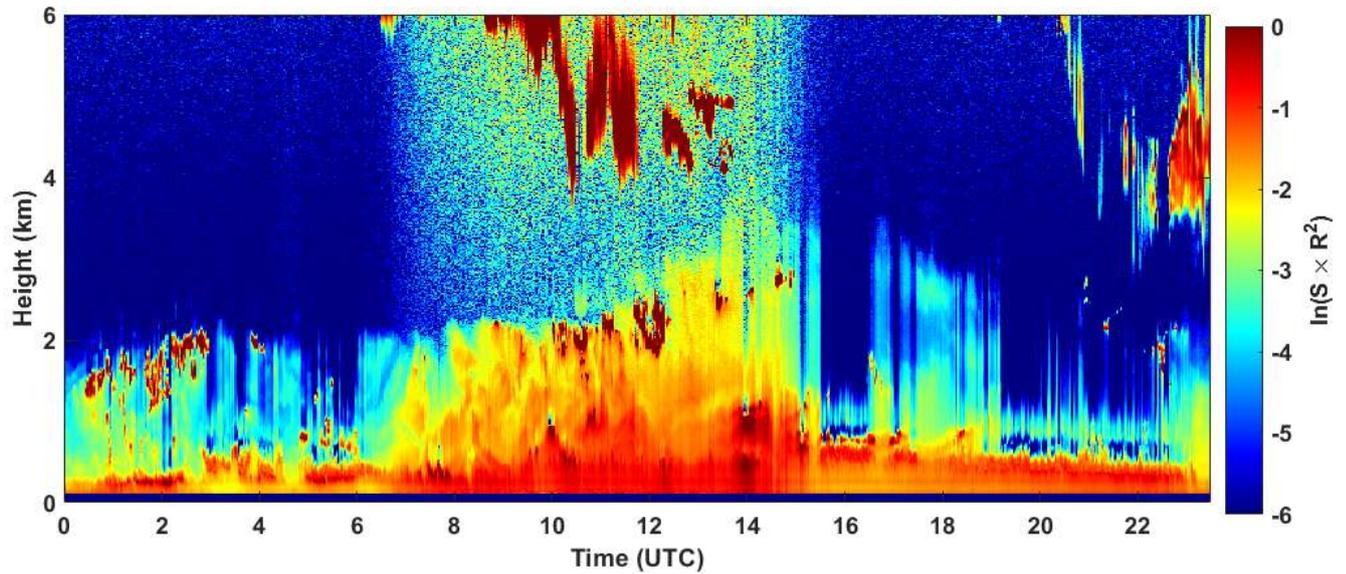
2019-12-17 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



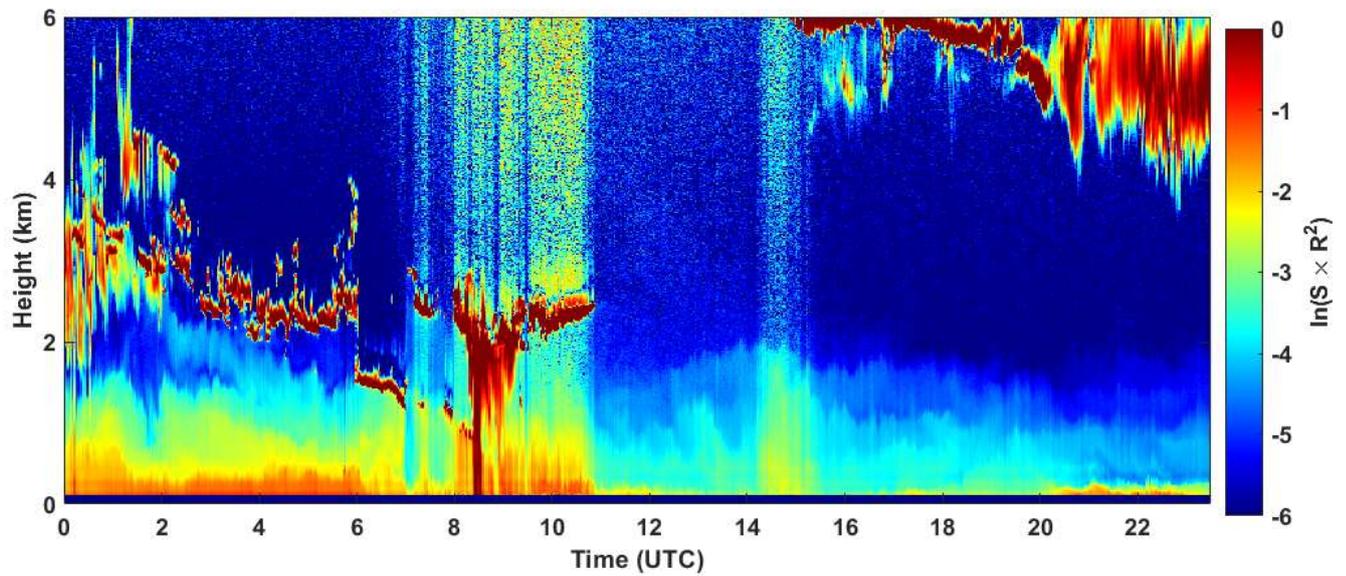
2019-12-18 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



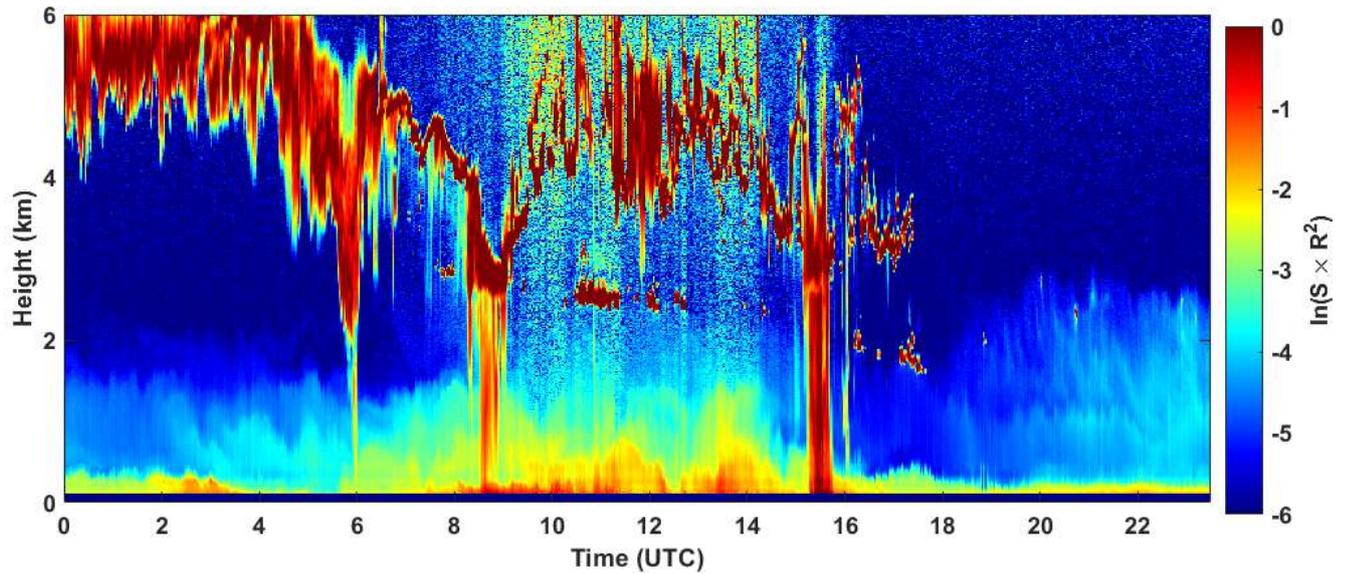
2019-12-19 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



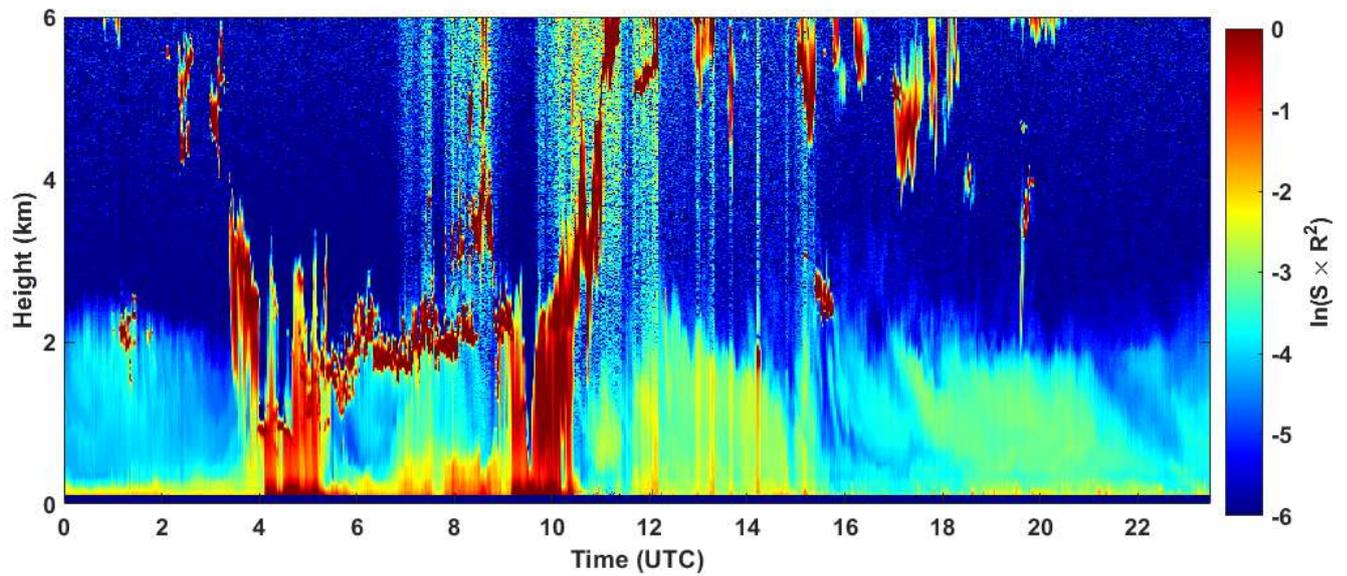
2019-12-20 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



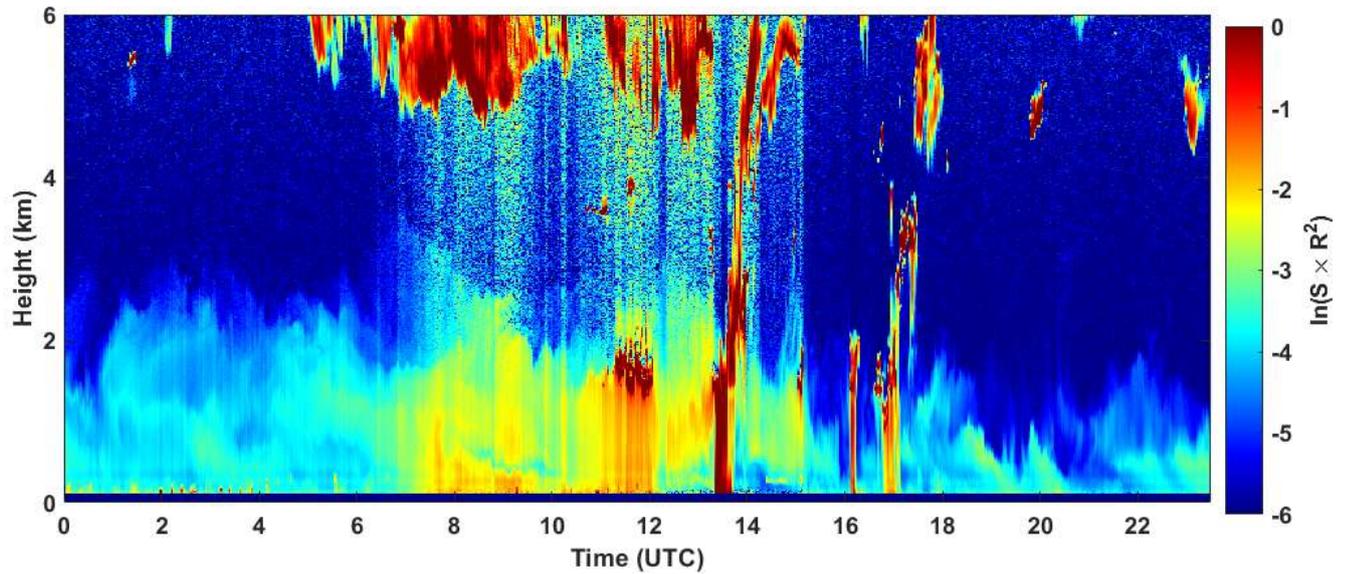
2019-12-21 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



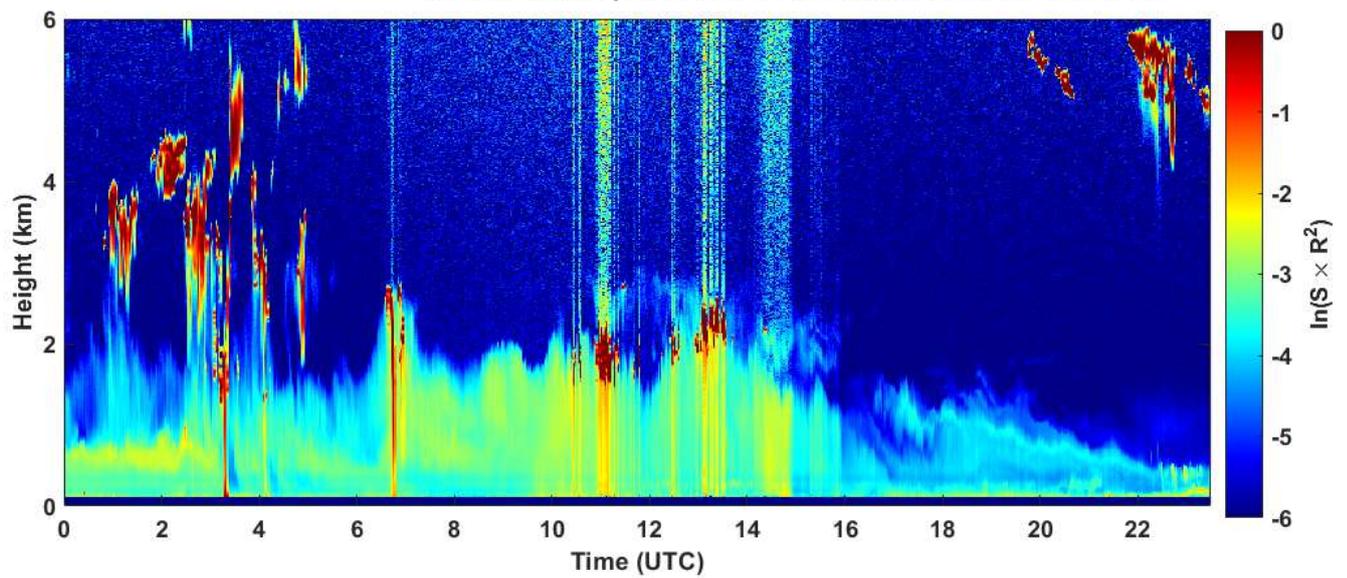
2019-12-22 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



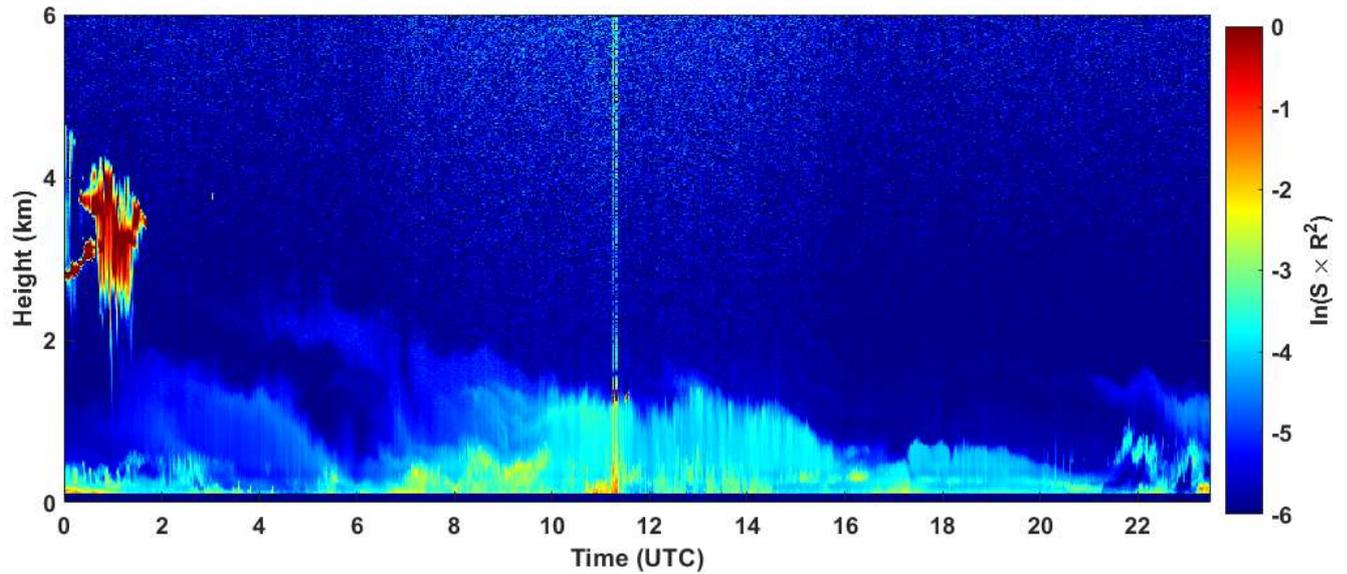
2019-12-23 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



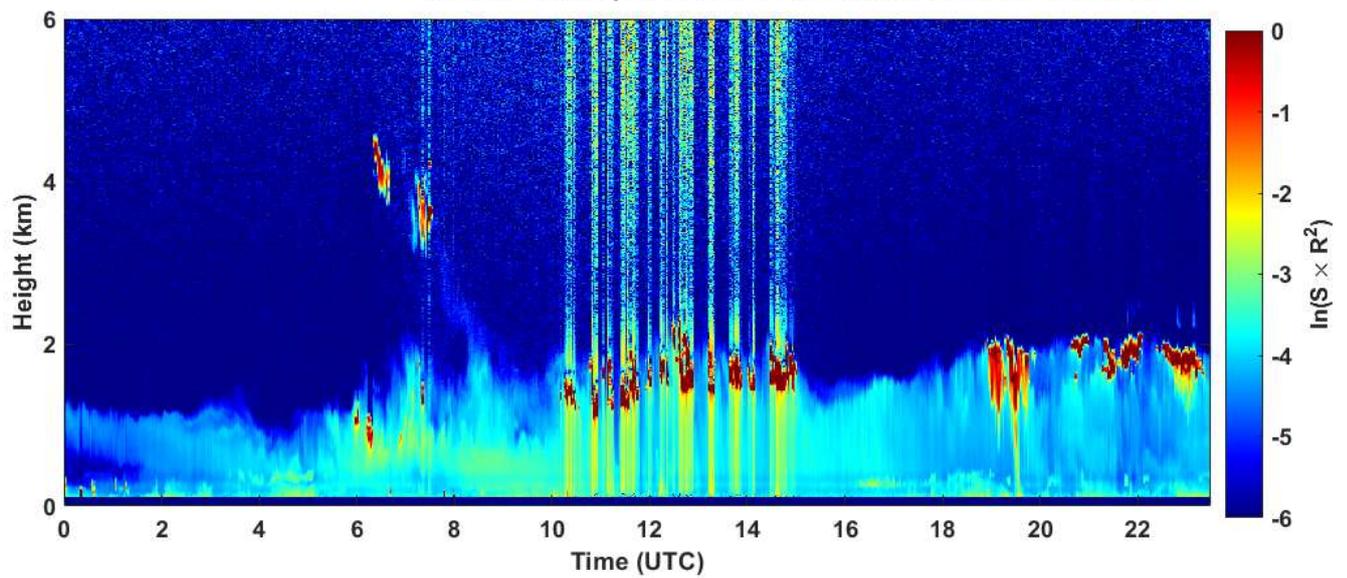
2019-12-24 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



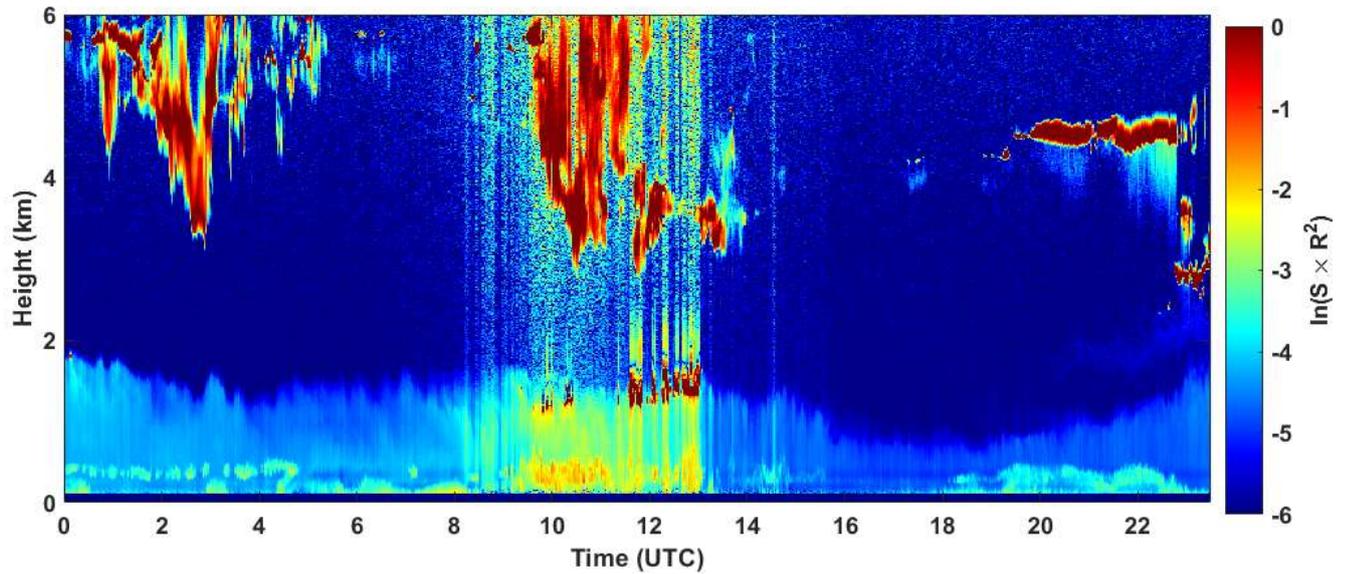
2019-12-25 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



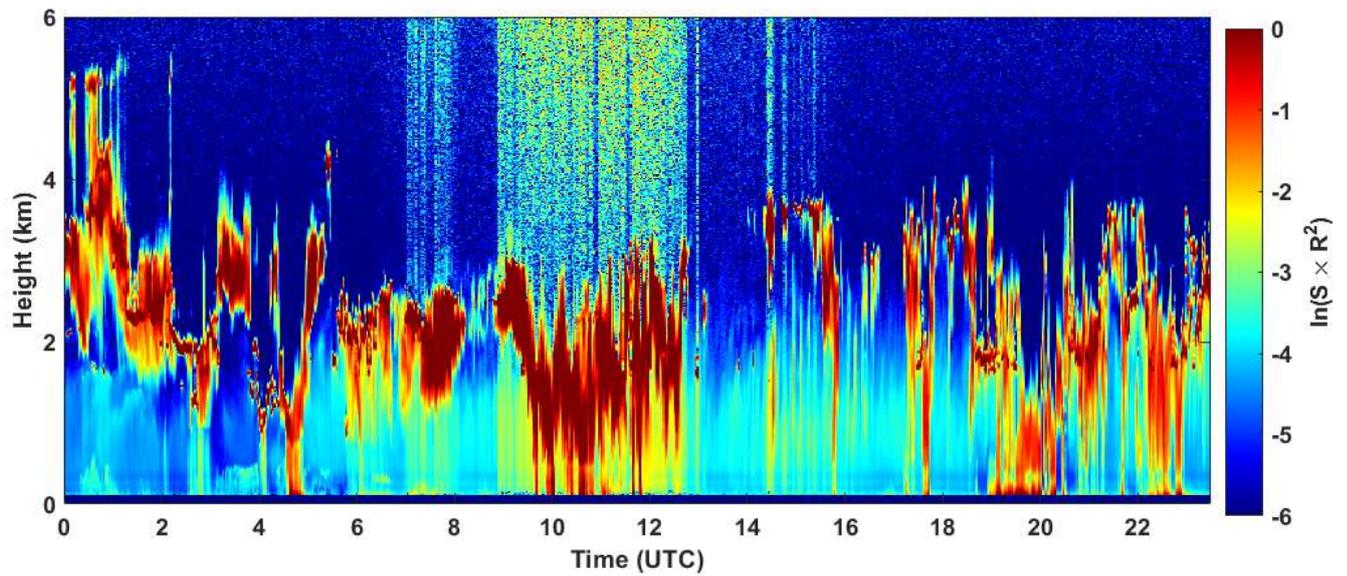
2019-12-26 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



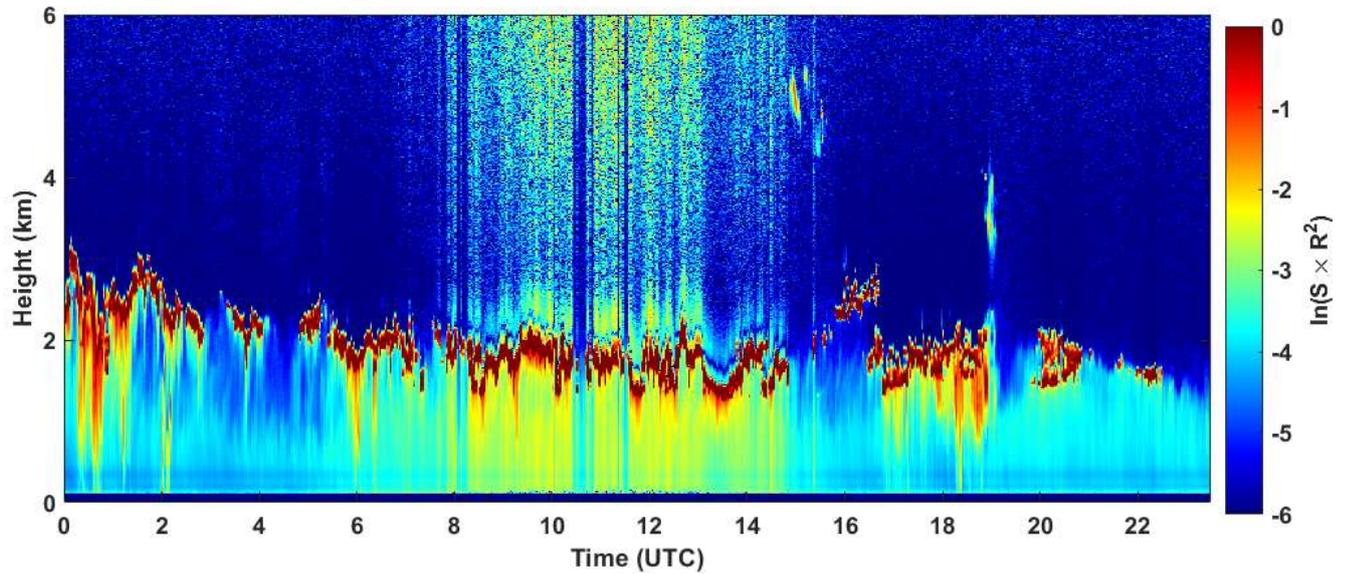
2019-12-27 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



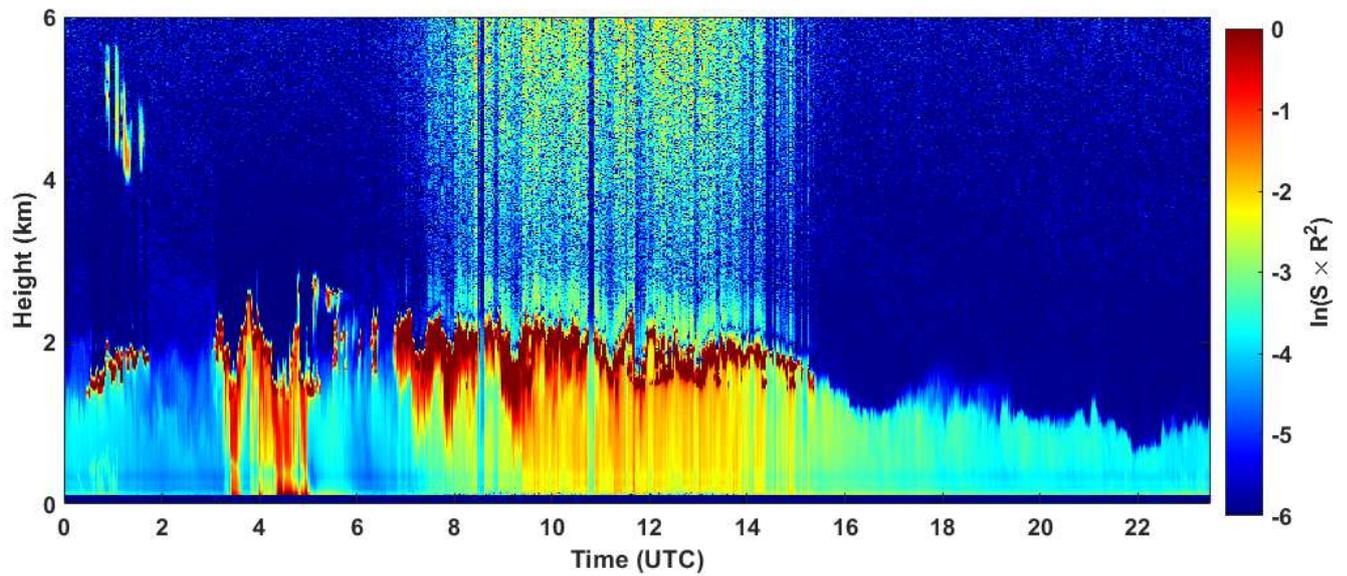
2019-12-28 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2019-12-29 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2019-12-30 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO



2019-12-31 RCS quick look CHM15k - ILVA LIDAR3 AGGLOMERATO

