

Analisi combinata dei dati di precipitazione di un radar polarimetrico in banda C e di un disdrometro sulla città di Bologna

L. Aiuzzi¹, F. Porcù¹, P. P. Alberoni², A. Bracci¹

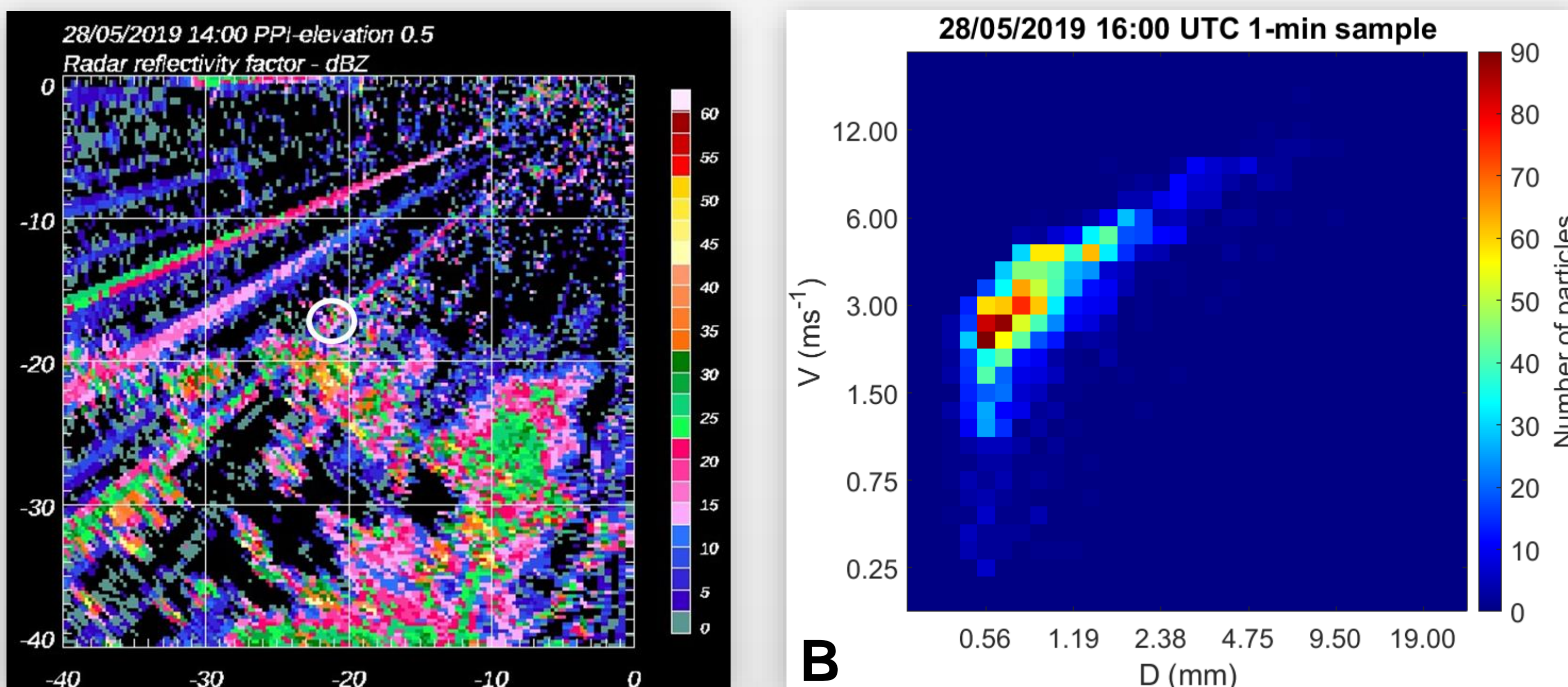
¹Dipartimento di Fisica e Astronomia (DIFA), Università di Bologna, Italia; ²Struttura Idro-Meteo-Clima, Arpa Emilia-Romagna, Italia
E-mail: lorenzo.aiuzzi1@gmail.com

Motivazione e Obiettivi

I radar che svolgono la funzione operativa di monitoraggio e sorveglianza meteorologica sono principalmente calibrati con i dati dei pluviometri. Infatti, pochi confronti sono stati realizzati tra radar e disdrometri, strumenti quest'ultimi che sono utilizzati principalmente a scopo di ricerca. Questo poster illustra un confronto nel nord Italia tra i dati di un radar polarimetrico in banda C, utilizzato per fini operativi, e di un disdrometro «Laser-based». Il dataset si estende per 11 mesi negli anni 2019 e 2020.

Questo lavoro permette inizialmente di valutare la qualità del dato radar, confrontando il fattore di riflettività Z e la classificazione delle idrometeorie precipitanti ricavati attraverso i dati misurati dai due strumenti. Inoltre, si esaminano le caratteristiche microfisiche della precipitazione in differenti regimi. Infine, si prende in esame il caso studio di un temporale sviluppatosi sulla città di Bologna nel pomeriggio del 28 maggio 2019 che mostra precipitazioni di diverse intensità e di differenti tipi di idrometeorie, per illustrare il vantaggio dell'uso combinato dei due strumenti.

Dati



RADAR (SIMC-ARPAE)

Il radar effettua scansioni di volumi ogni **5 minuti**. I campionamenti sono ottenuti attraverso acquisizioni «Plan Position Indicator» (PPI): angolo di elevazione fissato mentre l'antenna ruota di 360° in azimuth. L'acquisizione di un singolo volume avviene in un tempo molto breve ($\approx 10^{-2}$ s) e alla distanza alla quale si trova il sito del disdrometro (circa 27.5 km, cerchio bianco in Figura A) ha un'estensione di $4.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ (430 m \times 430 m \times 250 m). Le variabili analizzate sono la Z (dBZ) [Figura A] e la riflettività differenziale Z_{DR} (dB). La classificazione delle idrometeorie si ottiene attraverso un algoritmo basato sulla logica «fuzzy».

DISDROMETRO (DIFA-UNIBO)

Lo strumento genera un fascio laser che viene intercettato dalle idrometeorie precipitanti e le campiona **ogni minuto** in una **matrice 32x32** [Figura B], dove ogni elemento contiene il numero di particelle cadute nei **60 s** di i -esima velocità V_i e j -esima diametro D_j . La superficie di misura ha un'estensione di $5.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ (180 mm \times 30 mm). La grandezza ricavata è la «Drop Size Distribution» (DSD) $N(D)$, dalla quale è calcolato il fattore di riflettività attraverso il momento sesto della distribuzione. Il sistema del disdrometro classifica le particelle attraverso valutazioni di velocità vs. diametro.

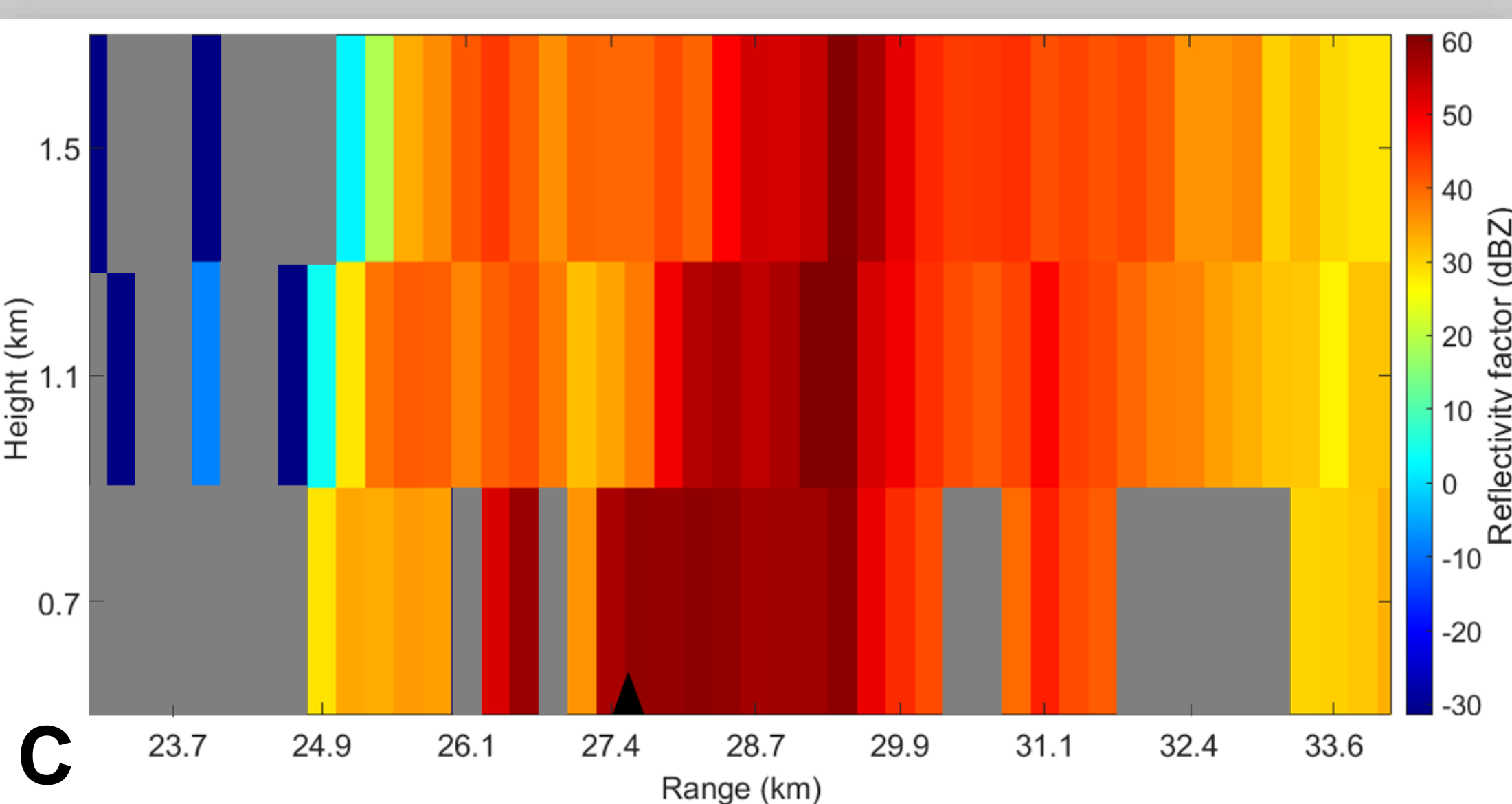
Metodologia dell'analisi

I dati **RADAR** sono filtrati attraverso una serie di algoritmi sviluppati dal SIMC, basati sull'applicazione di soglie a determinate variabili radar, per rimuovere il rumore generato da clutter e antenne interferenti.

I dati del **DISDROMETRO** sono invece trattati rimuovendo i campioni acquisiti in presenza di vento forte (Friedrich et al., 2013). Inoltre, il software dello strumento tratta le idrometeorie che cadono sul bordo dell'area di campionamento e il design dello strumento ha lo scopo di prevenire effetti di «splashing».

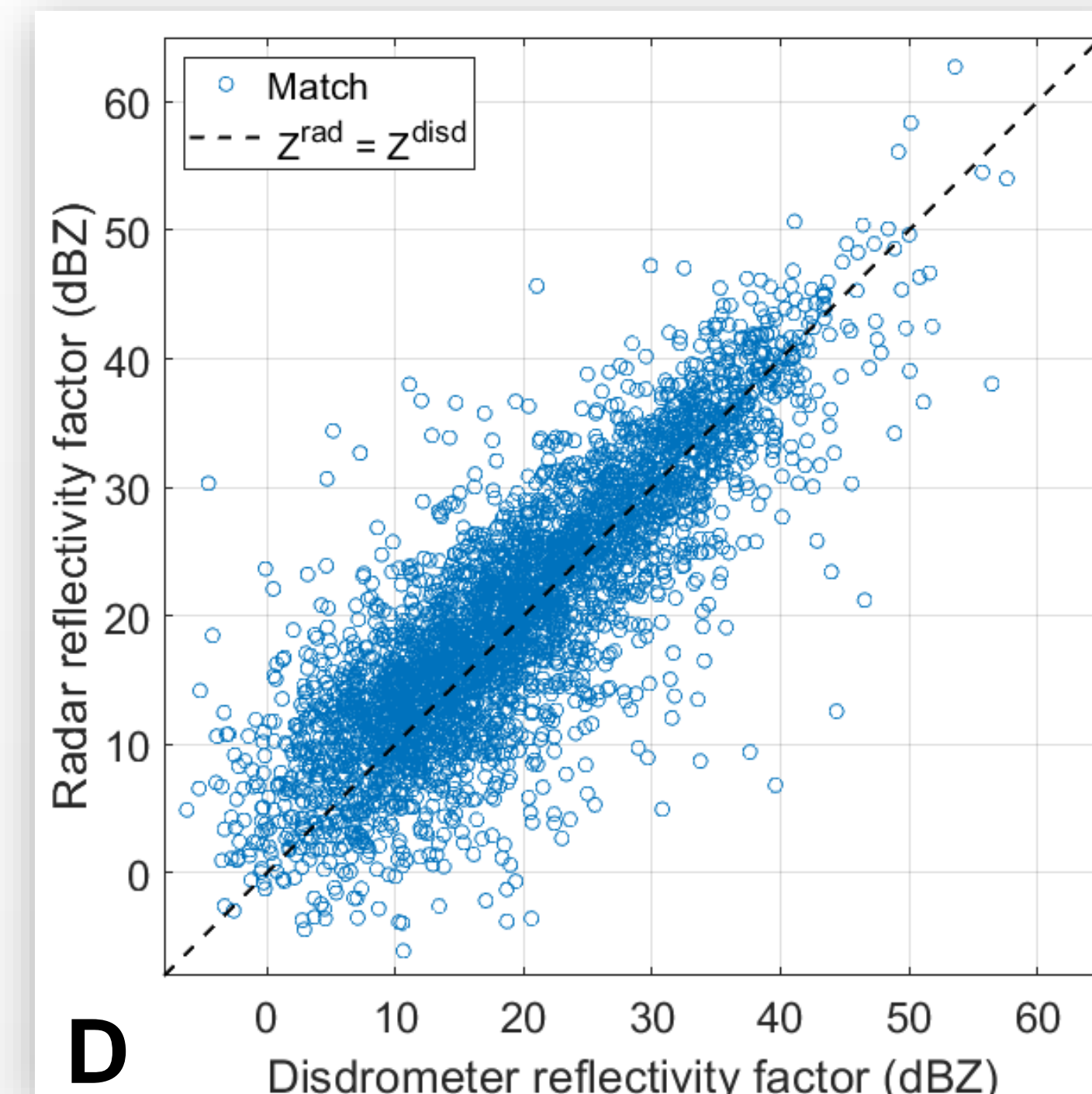
Il **MATCHING** dei dati si realizza confrontando il dato del disdrometro con il volume radar che si trova sopra al sito del disdrometro e che è stato acquisito in un istante che cade all'interno del minuto di campionamento del disdrometro.

Varie sono le fonti d'incertezza presenti, tra le quali l'avvezione delle idrometeorie durante la caduta (Figura C, il triangolo nero indica il sito del disdrometro).



Risultati

Confronto dati radar-disdrometro

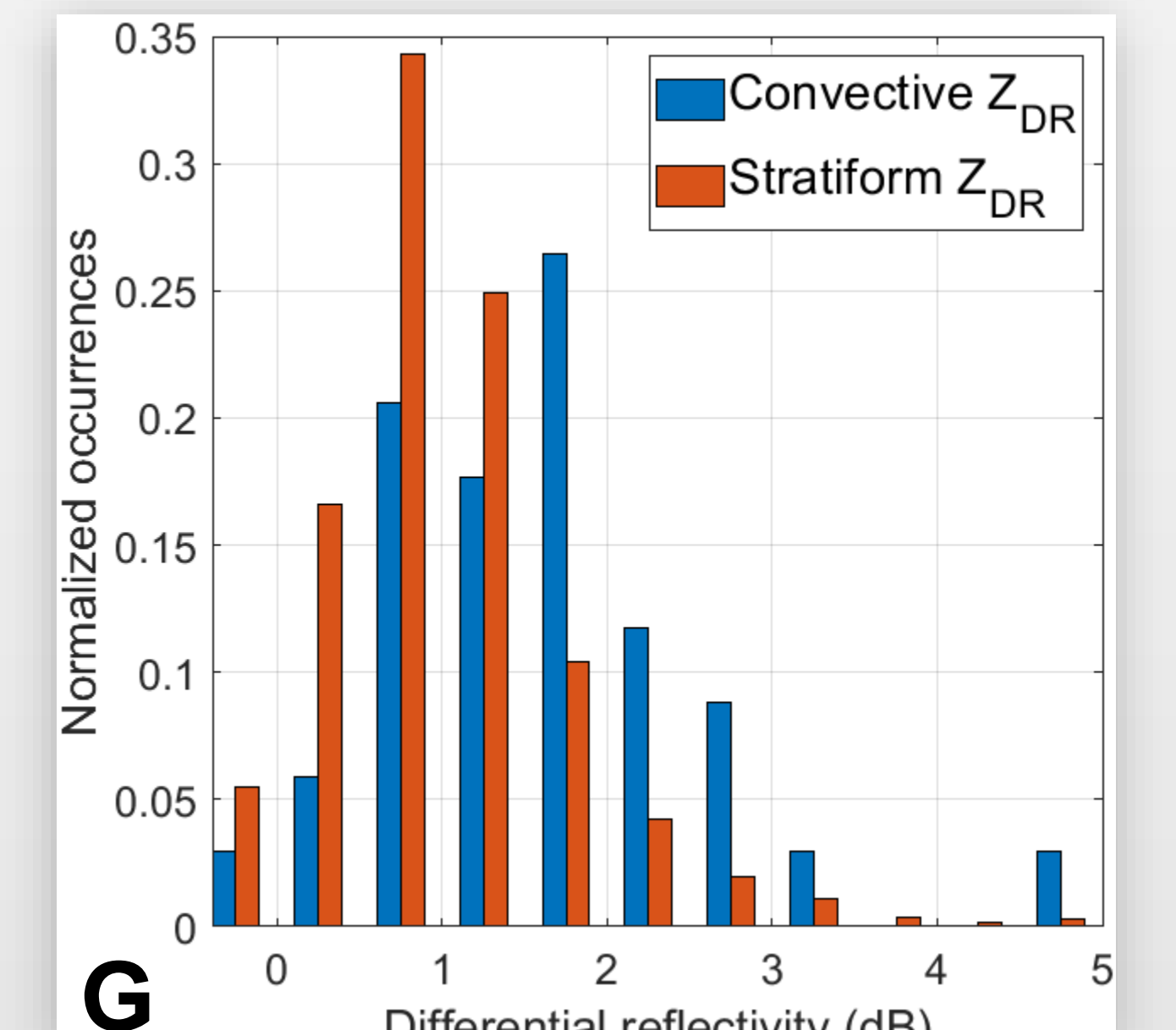
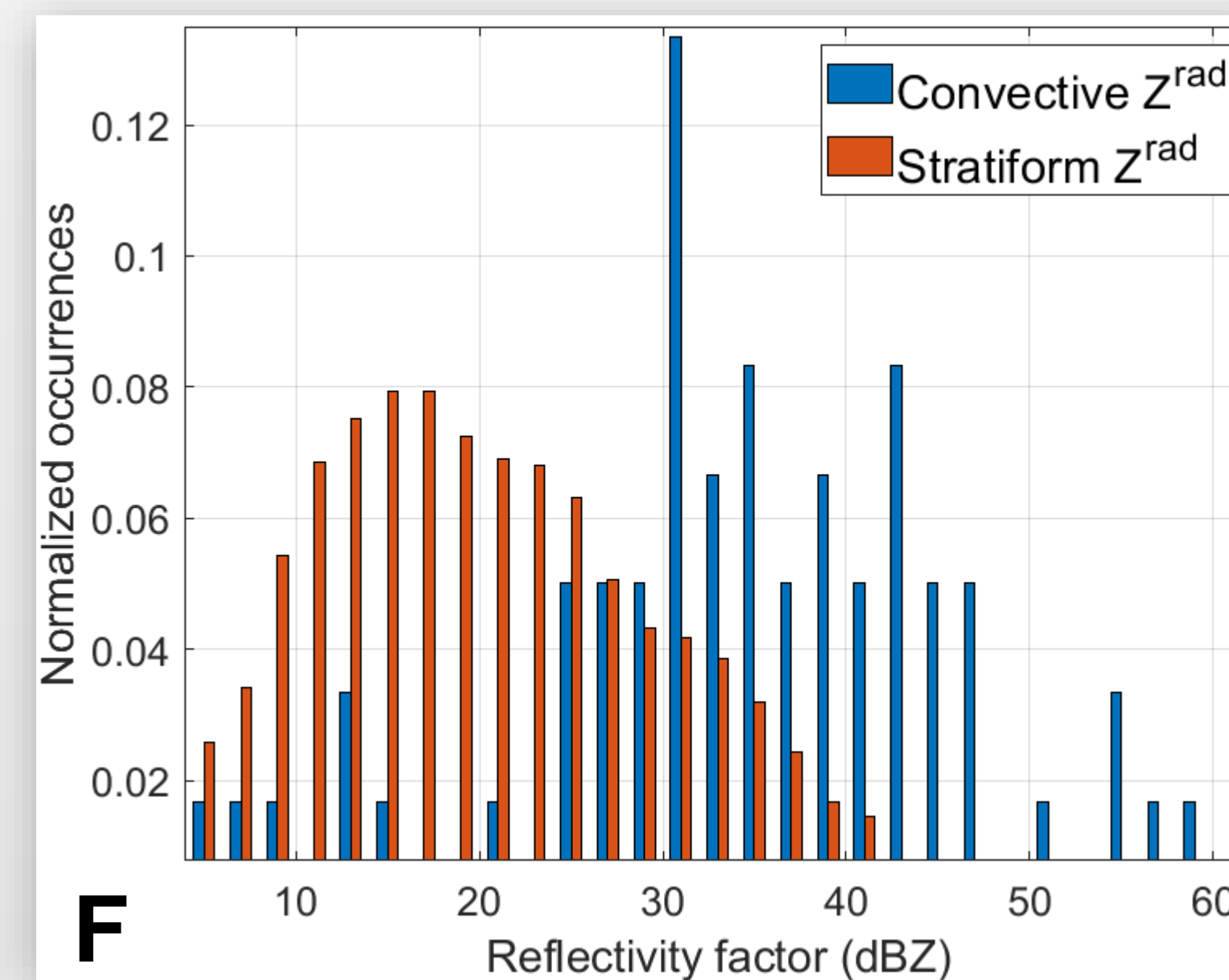


Disd.	Radar			
	Rain	Heavy R.	Hail	Snow
Rain	1761	27	20	204
Heavy R.	37	8	8	11
Hail	1	3	1	1
Snow	0	0	4	2

E

- Il confronto tra il fattore di riflettività radar Z^{rad} alla seconda elevazione (volume centrato a ≈ 700 m di quota) e quello del disdrometro Z^{disd} [Figura D] mostra una correlazione di Pearson pari a **CC=0.84**.
- La classificazione delle idrometeorie mostra disaccordo nel confronto tra idrometeorie liquide/ghiacciate [Tabella E]. Possibili cause sono: 1) «melting layer» alle quote del volume radar, 2) errato posizionamento del «melting layer» da parte dell'algoritmo radar.

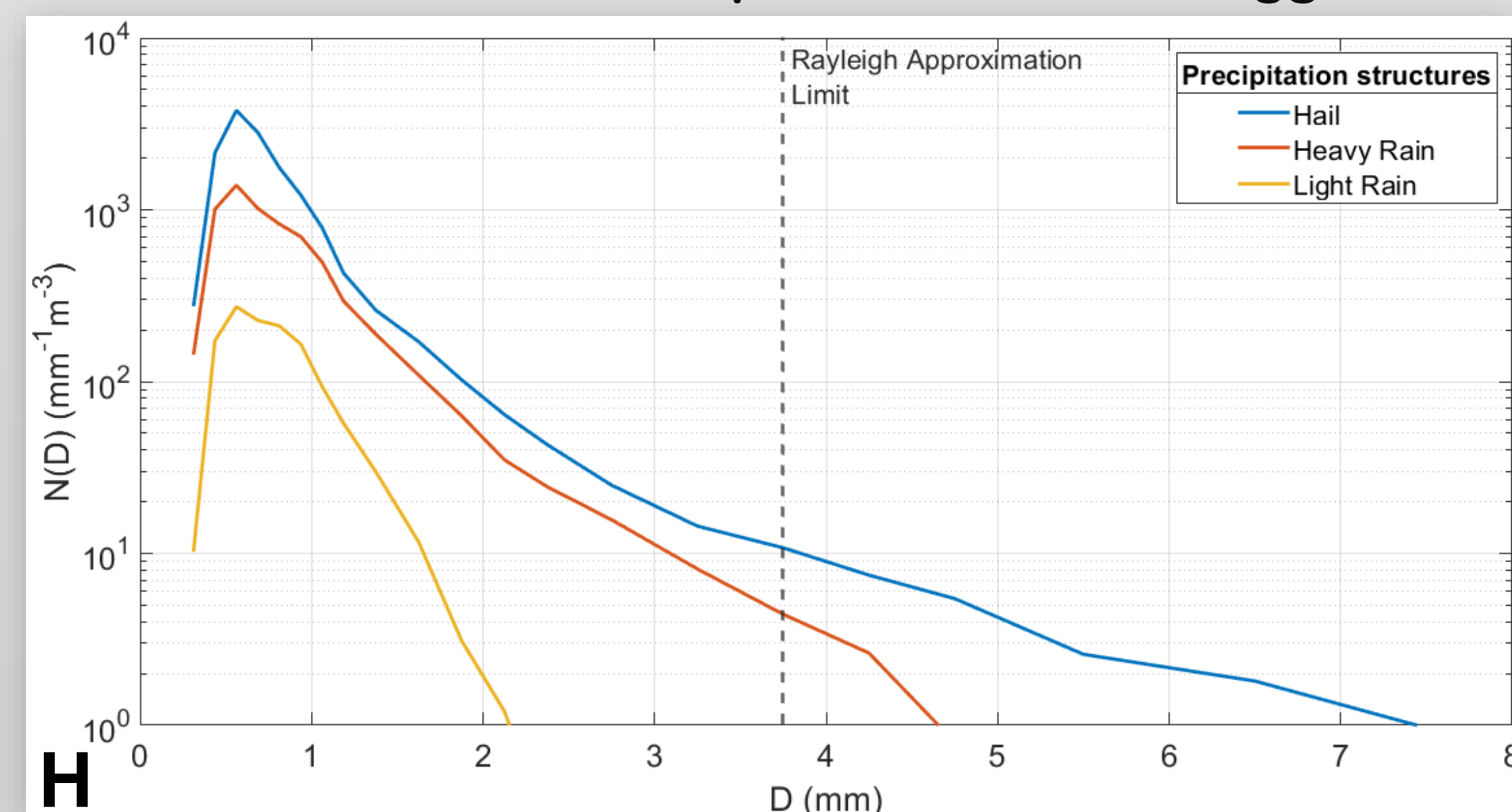
Osservabili radar in differenti regimi di precipitazione



Si distribuiscono i valori di Z^{rad} e Z_{DR} quando la precipitazione è classificata come convettiva/stratiforme mediante i dati del disdrometro (Caracciolo et al., 2006). Le distribuzioni [Figure F,G] mostrano i seguenti valori mediani:

- Regime **convettivo** $Z^{\text{rad}}=34.6$ dBZ ; $Z_{DR}=1.5$ dB.
- Regime **stratiforme** $Z^{\text{rad}}=19.3$ dBZ ; $Z_{DR}=0.9$ dB.

DSD – evento temporalesco del 28 maggio 2019 su Bologna



- In condizioni di **grandine** e **pioggia forte** si nota un appiattimento delle distribuzioni per idrometeorie medie e grandi.
- Per **pioggia debole** si hanno soltanto gocce più piccole e pendenze ripide.

- Il radar (banda C - 5.6 GHz) utilizza l'approssimazione di Rayleigh per calcolare il fattore di riflettività, che diventa meno accurata a causa di effetti di risonanza in particelle di diametro superiore a **3.75 mm** [Figura H].

Conclusioni

- Dopo studi di sensibilità (non mostrati) si è ottenuta una buona correlazione per quanto riguarda la misurazione del fattore di riflettività (CC=0.84). La classificazione, invece, mostra disaccordo nel confronto della fase termodinamica delle idrometeorie.
- Come atteso, i regimi convettivi mostrano valori di Z^{rad} e Z_{DR} più alti rispetto ai regimi stratiformi: rispettivamente 34.6 dBZ e 1.5 dB contro 19.3 dBZ e 0.9 dB.
- La distribuzione delle idrometeorie presenta caratteristiche differenti per diverse strutture di precipitazione con appiattimento della curva per particelle medie e grandi quando le condizioni di precipitazione sono più intense.

Bibliografia

Caracciolo C, Prodi F, Battaglia A, Porcù F (2006) Atmospheric Research 80(2-3):165-186
Friedrich K, Kalina EA, Masters FJ, Lopez CR (2013) Monthly Weather Review 141(4):1182-1203
Park HS, Ryzhkov AV, Zrnić DS, Kim KE (2009) Weather and Forecasting 24(3):730-748