

Analisi a lungo termine delle serie di misure di irradianza ultravioletta e di ozono in Valle d'Aosta e a Roma

ARPA Valle d'Aosta conduce dal 2004 un programma di monitoraggio della **radiazione ultravioletta (UV) solare** in arrivo alla superficie terrestre e, dal 2007, a supporto del primo, un programma di monitoraggio dell'**ozono colonnare**. Uno spettroradiometro e tre radiometri UV a banda larga sono installati nei siti di misura valdostani di

- ▶ Saint Christophe – Aosta (570 m slm, Fig. 1)
- ▶ La Thuile (1640 m slm)
- ▶ Plateau Rosa (3500 m slm)

Sapienza – Università di Roma sorveglia le medesime variabili ambientali dall'inizio degli anni '90, presso la stazione di misura di

- ▶ Roma-Sapienza (Dipartimento di Fisica, 75 m slm)

Sulla base dei dati finora acquisiti, è possibile eseguire una analisi a medio-lungo termine in grado di individuare il **ciclo stagionale medio** e le **anomalie** rispetto a tale andamento.



Fig. 1. Alcuni degli strumenti operanti presso l'osservatorio solare della sede di ARPA Valle d'Aosta.

Determinazione delle dosi mensili

La **dose di irradianza UV** (potenza integrata nel tempo, cioè energia, ricevuta per unità di superficie e pesata sulla curva di sensibilità all'eritema) è analizzata prima su base **giornaliera** e poi **mensile**. Particolare attenzione deve essere prestata alle **interruzioni presenti nella serie**, a causa di malfunzionamenti strumentali, tarature ordinarie o altre ragioni di carattere tecnico, perché i dati mancanti possono pesare molto sui risultati dell'analisi statistica.

Ciclo stagionale

Il **ciclo stagionale** della dose UV giornaliera nei diversi siti dello studio è rappresentato in Fig. 2 e mostra le seguenti caratteristiche:

- ▶ **massimi estivi e minimi invernali**, principalmente a causa dell'elevazione solare
- ▶ differenza significativa della dose in funzione della **quota** (Plateau Rosa "detiene" la dose massima) e della **latitudine** (es. Roma)
- ▶ influenza della **nuvolosità** tipica dell'estate a La Thuile
- ▶ **sbilanciamento** del ciclo **verso la primavera** a Plateau Rosa, probabilmente a causa dell'**albedo** della neve, maggiore nei mesi invernali-primaverili
- ▶ **sbilanciamento verso l'autunno** nella stazione di Roma, a causa dell'effetto congiunto dei **fenomeni meteorologici** (es. temporali estivi) e, in parte, del ciclo stagionale dell'**ozono** (che ha, in tutte le stazioni, un massimo in primavera e un minimo in autunno, Fig.3)

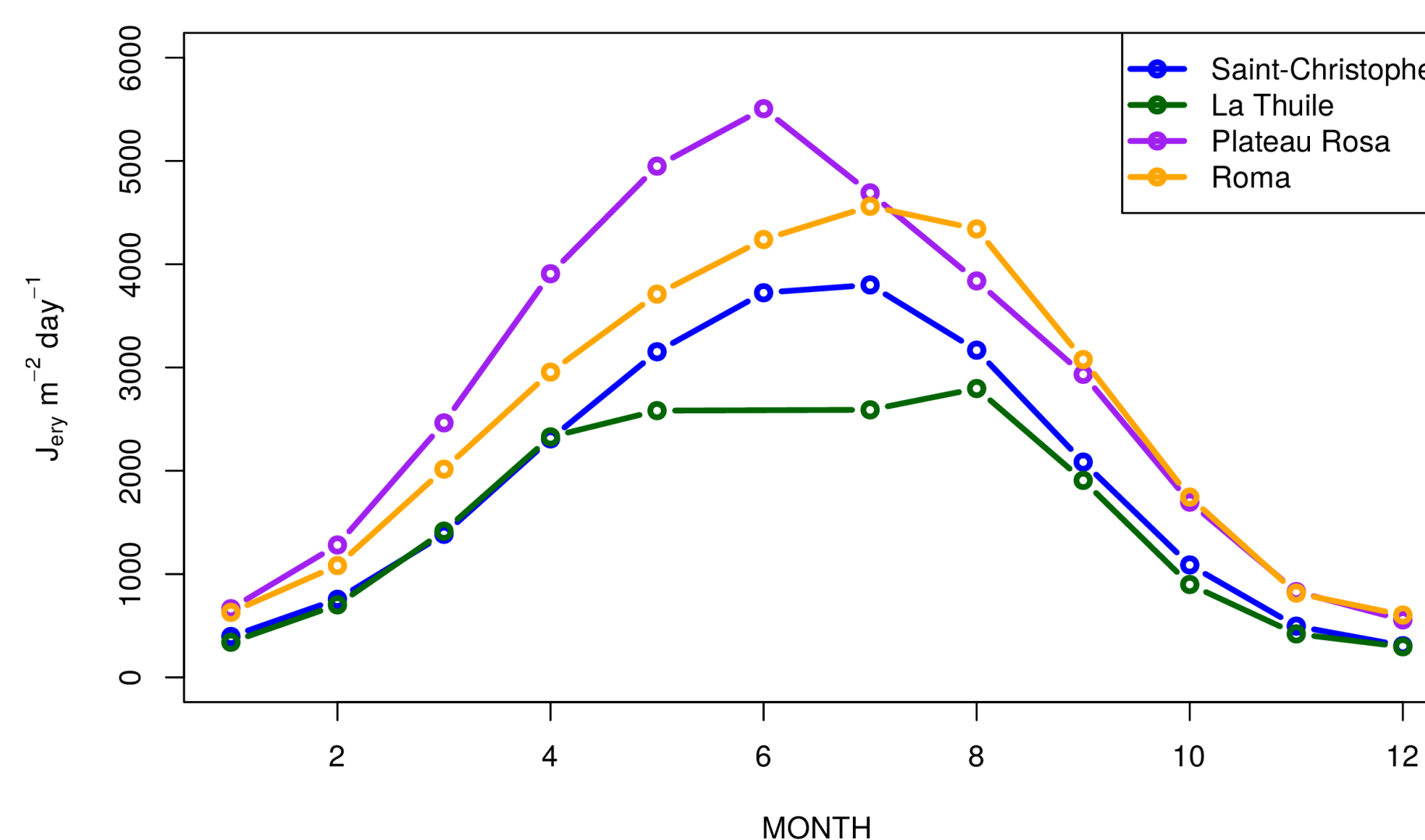


Fig. 2. Ciclo stagionale della dose UV giornaliera misurata nelle diverse stazioni dello studio.

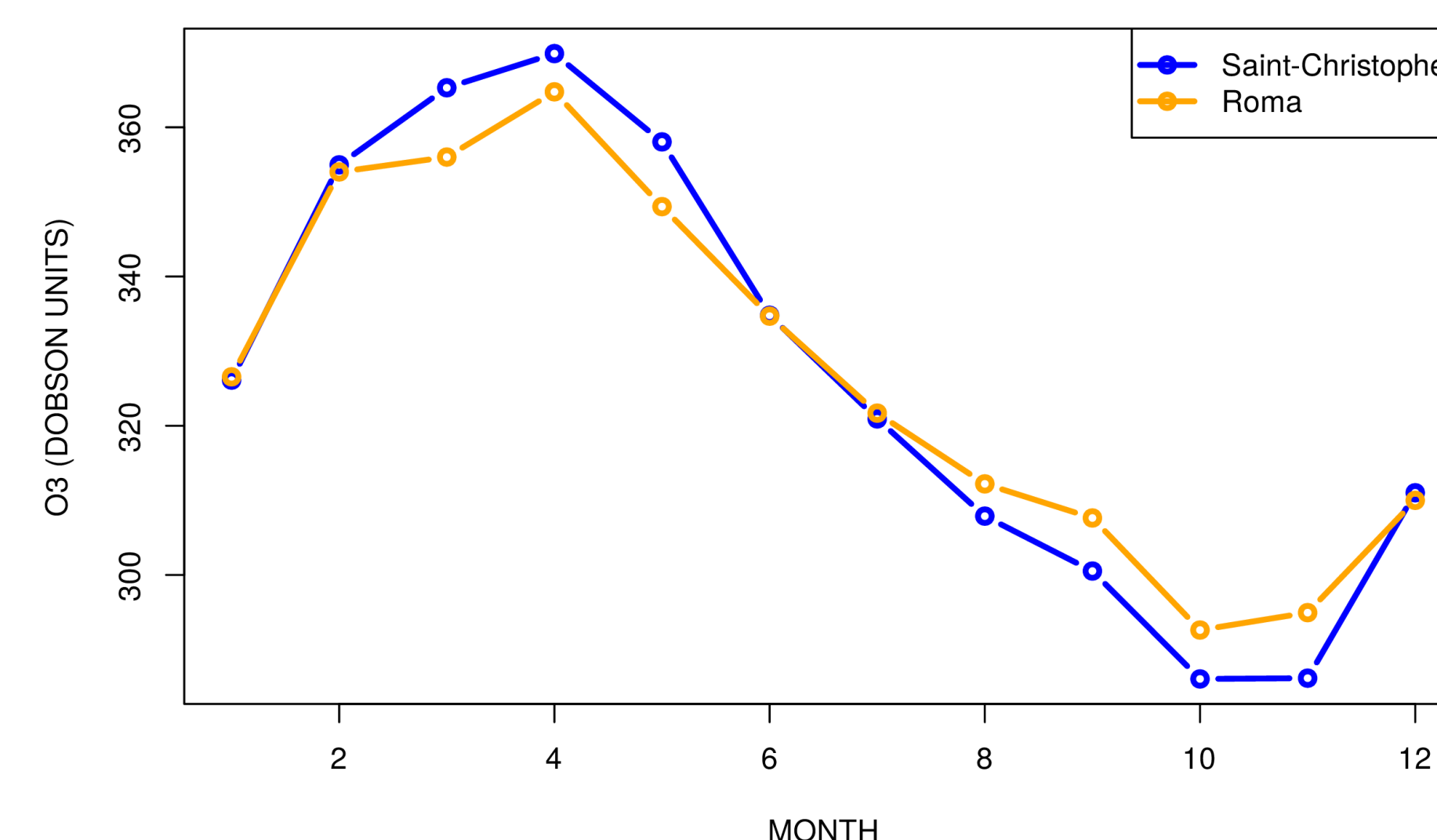


Fig. 3. Ciclo stagionale del contenuto di ozono colonnare misurato a Saint-Christophe e Roma.

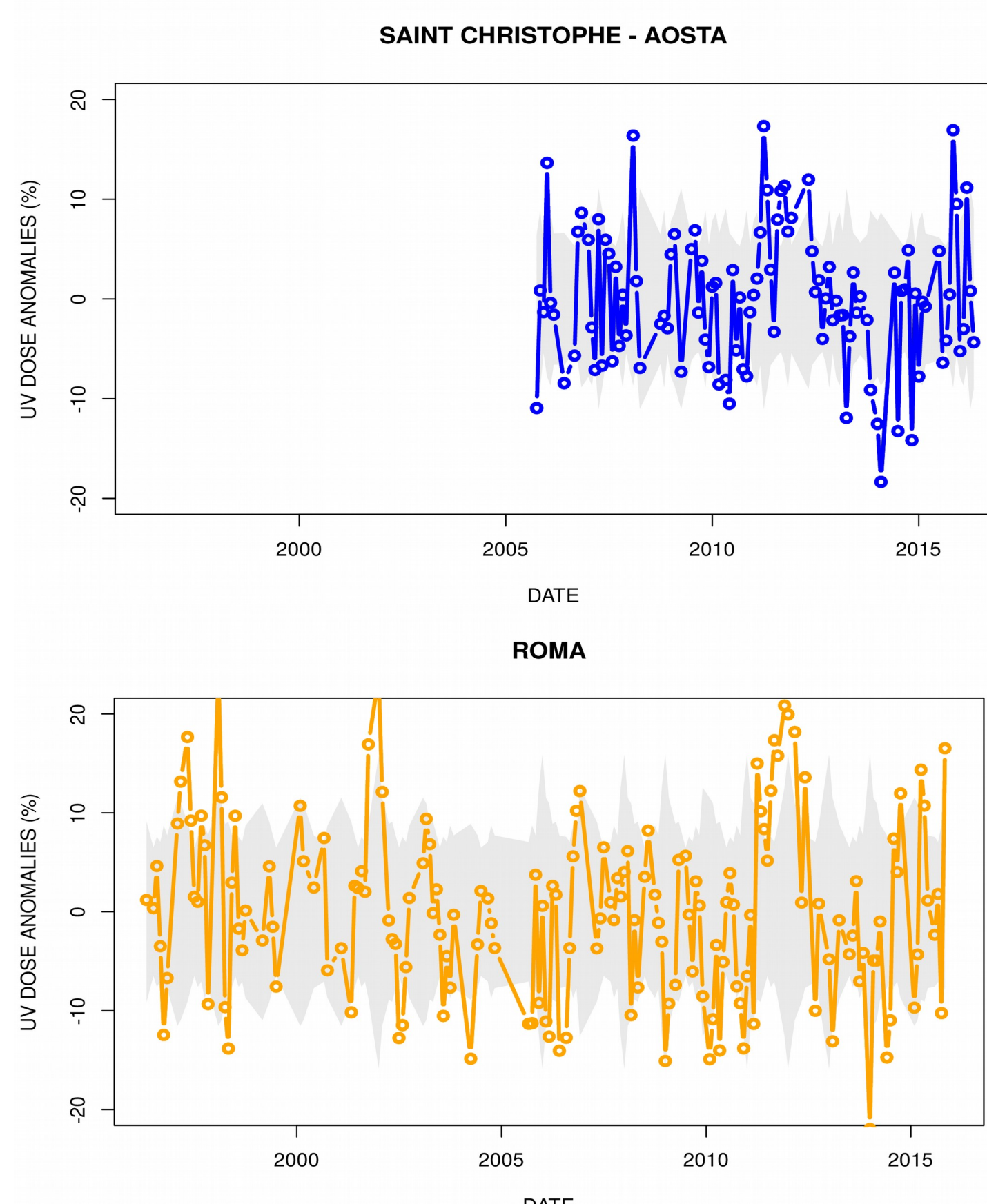


Fig. 4. Anomalie delle medie mensili di dose UV giornaliera rispetto alla climatologia. L'area grigia rappresenta l'intervallo di una deviazione standard.

Analisi delle anomalie e dei trend

Le anomalie per i siti di Saint-Christophe e Roma sono mostrate in Fig. 4. Si può notare:

- ▶ l'**elevata deviazione standard** mensile (area grigia), a causa della **variabilità intrinseca delle condizioni atmosferiche**
- ▶ come conseguenza, solo **tre eventi** risultano "**fuori (almeno) due sigma**" per **Saint-Christophe** (in positivo: settembre 2011; in negativo: febbraio e luglio 2014, quest'ultimo si ricorda come mese particolarmente piovoso) e **altrettanti per Roma** (in positivo: febbraio 1998, settembre 2011 – in coincidenza con Aosta – e novembre 2015).

È probabile, ad esempio, che proprio le **condizioni meteorologiche** siano responsabili dell'**andamento comune** ai due siti, con estremi positivi nell'autunno-inverno 2011-2012, un minimo nell'inverno 2013-2014 e una risalita pressoché lineare nel seguito.

Il **test di Mann-Kendall non rivela trend totali significativamente diversi da zero** sia per le serie UV sia per le serie di ozono nei due siti. Tuttavia, se si considera la sola **stagione invernale**, si ottiene un **trend negativo** statisticamente significativo (p-value=0.007) per la serie di **Roma** (-1.4%/anno) e un trend negativo (-0.7%/anno), ma non statisticamente significativo al 95% (p-value=0.11, comunque relativamente basso) per **Saint-Christophe**. Un **trend negativo** statisticamente significativo per l'**ozono** è visibile per **Roma** nella sola **stagione autunnale** (-0.19%/anno, p-value=0.0016).

Conclusioni

Lo studio delle anomalie dimostra l'**influenza delle nubi** e del contenuto colonnare di **ozono** sulla dose media mensile e lascia ipotizzare **pattern comuni** a stazioni anche a grandi distanze (es. Saint-Christophe e Roma). I **trend negativi** individuati nelle serie UV (in inverno, sia per Saint-Christophe, sia per Roma) e di ozono (in autunno, Roma) meritano analisi più approfondite. In un prossimo studio, verranno analizzate le **serie degli spettri di irradianza** per discriminare più chiaramente le cause delle variazioni osservate.