

Presentazione del Dott. Alessandro Liberatore
Dottorato di Ricerca in Fisica – XXXIV Ciclo
Università degli Studi di Torino
INAF – Osservatorio Astrofisico di Torino



Dottorando: **Alessandro Liberatore**

Tutor: **Silvano Massaglia**

Dipartimento di Fisica – Università di Torino

Co-tutor: **Silvano Fineschi**

INAF – Osservatorio Astrofisico di Torino

Titolo della tesi:

“Studio della Corona Solare con Osservatori basati a Terra e nello Spazio”

“Solar corona studies from space-based and ground-based observatories”

Durante il triennio di dottorato il dott. Alessandro Liberatore ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

2018-2019

1. "Astronomy and Astrophysics from Antarctica"

place: Skyway Mont Blanc (Italy)

webpage: <https://scar2019.oavda.it/days>: 3 --- June 17-19, 2019 (poster)

2. Metrology for AeroSpace

place: Turin (Italy)

webpage: <http://www.metroaerospace.org/mas2019/institutional-patronages>

days: 3 --- June 19-21, 2019

3. Cross-border doctoral workshop

place: Lyon (France)

webpage: <https://www.universite-lyon.fr/research/phd/cross-border-doctoral-workshop-prepare-for-your-future-career--104950.kjsp>

days: 3 --- September 18-20, 2019

2019-2020

4. 7th METIS Workshop

place: Padova, Italy

webpage: <https://cisas.unipd.it/7th-metis-workshop>

days: 3 --- November 11-13, 2019

2020-2021

5. "ICSO - 2020 (International Conference on Space Optics)"

place: virtual (due to COVID-19 pandemic)

webpage: <https://icso2020.com/>

days: 4 (30 March 2021 - 02 April 2021) (talk x 2)

6. "SCAAR - 2021 (Scientific Committee on Antarctic Research)"

place: virtual (due to COVID-19 pandemic)

webpage: <https://events.icecube.wisc.edu/event/144/>

days: 3 (08-10 September 2021) (talk)

Il dott. Alessandro Liberatore ha svolto la sua attività di ricerca per il dottorato presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino dell'INAF (INAF-OATo) ricoprendo un ruolo chiave nella calibrazione e l'utilizzo dei seguenti coronografi solari basati nello Spazio e a Terra:

- calibrazione a terra e in volo del canale visibile del coronografo solare **Metis** per la missione Solar Orbiter, contribuendo alla riduzione dei dati della "prima luce" di Metis;
- sviluppo, calibrazione e operazioni del coronografo antartico – **AntarctiCor**.

Metis è il coronografo solare per la missione spaziale Solar Orbiter lanciata nel febbraio 2020. L'obiettivo scientifico dell'esperimento Metis è lo studio del vento solare tramite l'acquisizione di immagini relative alla corona solare, linearmente polarizzata, nella banda del visibile (580-640 nm) e nella riga di emissione nell'ultravioletto (UV) dell'idrogeno neutro Lyman- α (121.6 nm). Il dott. Alessandro Liberatore ha svolto le attività di caratterizzazione polarimetrica del canale visibile di Metis.

L'attività di ricerca di Liberatore è consistita nell'analisi dei dati di calibrazione del canale polarimetrico dello strumento Metis. Dapprima quelli acquisiti in laboratorio ([4]), e in seguito quelli ottenuti in volo durante la partecipazione del dott. Liberatore al "commissioning" di Metis nel 2020 ([5]). Il lavoro di analisi dati del dott. Liberatore ha dimostrato che le prestazioni polarimetriche di Metis calibrate in volo sono consistenti con quelle derivate in laboratorio ([2], [3], [6]). Questo gli ha permesso di contribuire all'analisi

delle prime misure di Metis della densità elettronica coronale ([8]), utilizzata a sua volta per derivare le **prime mappe globali del vento solare** ([7], [9], [10]).

La ricerca del dott. Liberatore ha avuto un ruolo centrale nello sviluppo, calibrazione e operazioni del coronografo antartico – *AntarctiCor* ([12], [13]). L’altopiano Dome C in Antartide, ad un’altitudine di 3300 m dal livello del mare, è potenzialmente uno dei rari “siti coronografici” esistenti, ovvero, con livelli di luminosità del cielo (“*sky brightness*”) inferiori alla luminosità dal disco solare (i.e., un milionesimo della brillantezza solare), così da permettere osservazioni della corona solare da Terra. Il progetto INAF-OATo “*Extreme Solar Coronagraphy Antarctic Program Experiment*” – ESCAPE – selezionato nel 2016 nell’ambito del Piano Nazionale Ricerche Antartide – PNRA – ha l’obiettivo di valutare le potenzialità di Dome C come “sito coronografico” per osservazioni sistematiche della corona solare tramite l’installazione di un coronografo presso la base italo-francese Concordia situata su quell’altopiano.

Nell’ambito dello sviluppo del coronografo *AntarctiCor*, il dott. Liberatore ha sviluppato la tecnica di caratterizzazione dell’innovativa *PolarCam*. Questa camera permette l’acquisizione di immagini linearmente polarizzate grazie all’applicazione su un sensore CCD di una matrice di micro-polarizzatori (*micro-polarizers array*) lineari con gli assi d’accettazione orientati lungo direzioni separate di 45° tra loro. La tecnica di calibrazione utilizzata dal dott. Liberatore ha permesso di caratterizzare con un’accuratezza del percento la risposta polarimetrica e il *flat-fielding* della *PolarCam* ([11]).

Durante la XXXV Campagna Antartica, il dott. Liberatore ha collaborato all’installazione dell’*AntarctiCor* presso la base Concordia (D, H) e alla definizione delle sequenze osservative. Queste hanno permesso **la prima misura della “sky brightness” a Dome C confermadone le caratteristiche di “sito coronografico”** ([1]).

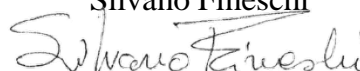
Oltre all’attività di ricerca, durante il corso di dottorato, il dott. Liberatore ha approfondito e ampliato la sua formazione scientifica partecipando a corsi e scuole in fisica solare (A, B, C, I) e nel campo della strumentazione astronomica spaziale (E, F, G).

Durante la sua attività di ricerca il dott. Liberatore ha mostrato grande indipendenza nel perseguire e proporre soluzioni innovative alle problematiche incontrate. Ha sviluppato una notevole esperienza nel campo sperimentale dell’ottica e dei sensori per l’astronomia basata a terra e dallo spazio. La sua ricerca gli ha permesso anche di affinare le sue competenze nelle tecniche di riduzione di immagini polarimetriche astronomiche.

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Alessandro Liberatore durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino 2 dicembre, 2021

Firma

Silvano Fineschi


Partecipazione a scuole, conferenze e campagne osservative:

A. Solar Orbiter school (Les Houches, France) 06/04/2021 - 09/04/2021

Principally targeting PhD students and early-career researchers, the school provide training to young scientists in using the extremely various datasets from Solar Orbiter mission and the tools specifically developed to analyze them.

B. A holistic view of the solar atmosphere (Dorking, UK) 25/01/2021 - 29/01/2021

International school to provide an introduction to the approaches and analysis methods needed to successfully combine space and ground-based observations of the solar the atmosphere from the photosphere to the corona.

C. NASA Heliophysics International School (Boulder, Colorado) 06-17/07/2020

International course focused on the physics of the connections between Sun, heliosphere, planets magnetospheres and its implications for Earth and space climate. Just 35 graduate students were selected to join for this unique professional experience.

D. Member of XXXV Italian Mission in Antarctica 12/10/2019 - 04/02/2020

Scientific mission in Concordia base (75_06'S 123_19'E; _ 3300 m a.s.l.) for the Extreme Solar Coronagraphy Antarctic Program Experiment to study the solar corona (from the solar wind to the coronal magnetic field topology and dynamics).

E. International School on Space Optics (Rome, Italy) 07/10/2019 - 12/10/2019

Immersion program of lectures, design project and visits to space-related facilities. The course can be seen as a “compressed” 1-year class on Space Optics which would have been part of a Master Program in Spaceborne Technologies and Applications.

F. HEMERA International School (Heidelberg, Germany) 09-17/09/2019

European consortium interested in balloon research. Dott. Liberatore learned, from the different space agencies and companies involved, how it is possible to make science from balloons; from the logistic to the specific scientific and industrial operations.

G. ESA Course - Space Optics Instrument Design (Poltu Quatu, Italy) 05-10/05/2018

European Space Agency (ESA) international course in the sector of optical engineering for space to learn from professionals with a long experience in this field.

H. Antarctic Training - Hard Camp (Mont Blanc, Italy-France) 01-14/09/2018

Antarctic training by PNRA - National Antarctic Research Program for the *XXXV an Italian Mission in Antarctica* (year 2019/2020) at Concordia base, Dome C (Antarctica, 3300 m a.s.l.) to study the solar corona for the ESCAPE Project.

I. Internship at Slovak Academy of Science (Košice, Slovakia) 23/05-26/08/2018

Dott. Liberatore worked with the Slovak Space Department team to evaluate Earth UV background and he had the opportunity to work and make observations at the high altitude astronomical observatory *Lomnický štít* (2634m a.s.l.).

Elenco delle pubblicazioni

- [1] "*Sky brightness evaluation at Concordia Station -Dome Antarctica- for ground-based observations of the solar corona*", 2021 [Solar Physics] – A. Liberatore et al., Accepted.
- [2] "*In-flight calibration of Metis Liquid Crystal Variable Retarder on board Solar Orbiter*", 2021 [Experimental Astronomy] – A. Liberatore et al. Submitted.
- [3] "*In-flight calibration of Metis coronagraph on board of Solar Orbiter*", 2021 [SPIE] – A. Liberatore et al. DOI: [10.1117/12.2599646](https://doi.org/10.1117/12.2599646)
- [4] "*On-ground flat-field calibration of the Metis coronagraph onboard the Solar Orbiter ESA mission*", 2021 [SPIE] – As co-author.
DOI: [10.1117/12.2599945](https://doi.org/10.1117/12.2599945)
- [5] "*Challenges during Metis-Solar Orbiter commissioning phase*", 2021 [SPIE] – As co-author DOI: [10.1117/12.2599944](https://doi.org/10.1117/12.2599944)
- [6] "*In-flight optical performance assessment for the Metis solar coronagraph*", 2021 [SPIE] – As co-author. DOI: [10.1117/12.2599220](https://doi.org/10.1117/12.2599220)
- [7] "*First light observations of the solar wind in the outer corona with the Metis coronagraph*", 2021 [A&A] – As co-author. arXiv: [arXiv:2106.13344](https://arxiv.org/abs/2106.13344)
- [8] "*First-light Science Observations of the Metis Solar Coronagraph*", 2021 [SPIE] – As co-author – DOI: [10.1117/12.2599221](https://doi.org/10.1117/12.2599221)
- [9] "*Exploring the Solar Wind from its Source on the Corona into the Inner Heliosphere during the First Solar Orbiter – Parker Solar Probe Quadrature*", 2021 [ApJ Letters] – As co-author.
DOI: [10.3847/2041-8213/ac282](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac282)
- [10] "*Cosmic-ray flux predictions and observations for and with Metis on board Solar Orbiter*", 2021 [A&A] – As co-author. arXiv: [arXiv:2104.13700](https://arxiv.org/abs/2104.13700)
- [11] "*PolarCam micropolarizer cameras characterization and usage*", 2021 [SPIE] – A. Liberatore et al. DOI: [10.1117/12.2599180](https://doi.org/10.1117/12.2599180)
- [12] "*The Coronal Magnetograph (CorMag): Deriving the Coronal Magnetic Field Topology from Antarctica and the Stratosphere*", 2021, 43rd COSPAR Scientific Assembly. Held 28 January - 4 February, 2021. Abstract E2.4-0024-21 (poster), id.1806. As co-author.
- [13] "*AntarctiCor: Solar Coronagraph in Antarctica for the ESCAPE Project*", 2019 [Il Nuovo Cimento] – As co-author – DOI: [10.1393/ncc/i2019-19026-9](https://doi.org/10.1393/ncc/i2019-19026-9)