

## PHD Project in ASTROPHYSICS – PNRR STILES INAF OAS

CUP : C33C22000640006

**Title of the Project:** Preparing for science exploitation with MORFEO+MICADO@ELT

**Supervisors INAF:** F. Annibali, C. Gruppioni, E. Vanzella

**ENG:** The next generation of Extremely Large Telescopes (ELTs) is expected to revolutionize our view of galaxy formation and evolution. With a 39m-diameter mirror, the European ELT, currently under construction in Chile and scheduled to start operations in 2028, will be the biggest telescope ever built and will provide images with unprecedented high spatial resolution, almost ten times better than the James Webb Space Telescope (JWST) in the near infrared.

The first-generation ELT instrument **MORFEO** (**M**ulticonjugate adaptive **O**ptics **R**elay **F**or **E**LT **O**bservations), under development and construction by an international consortium led by INAF, will crucially complement the near infrared ELT@MICADO camera and a second generation ELT instrument still to be defined. MORFEO will be integrated and tested at the laboratories of INAF-OAS Bologna before being shipped to Chile. MORFEO will allow us to achieve spatially uniform adaptive optics (AO) correction over the entire 50"x50" MICADO field of view with high sky coverage. These capabilities will have crucial impact on science, permitting target selections to be primarily based on astrophysical rather than on technical criteria. Indeed, MORFEO+MICADO will provide major progresses on a large variety of science cases, such as studies of the Solar System, exoplanets, resolved stellar populations, galaxy black holes, up to the properties of the most distant primordial galaxies.

To the purpose of an optimal science exploitation of this instrumentation, a dedicated preparatory work based on simulations and exploration of different observing strategies is required. Sophisticated software tools (e.g., *Simcado*, *Scopesim*) are already in place to simulate imaging and spectroscopic data as they will be obtained by MORFEO+MICADO under different atmospheric conditions and under availability of different natural guide star configurations. The PhD candidate is expected to perform state-of-the art simulations based on the aforementioned tools to assess the photometric, astrometric and spectroscopic performance of MORFEO+MICADO on an extragalactic theme of choice (according to her/his interests and attitudes), preferentially related to the most recent discoveries of JWST in the high-redshift Universe. Within this preparatory work, it is furthermore expected that he/she will design and apply for new observations with the most advanced existing AO instrumentation, such as SOUL-LUCI@LBT or ERIS@VLT, which could potentially lead to new results on the astrophysical theme of the PhD thesis study.

**ITA:** La prossima generazione di telescopi da terra dalle dimensioni estreme (ELT) provocherà una rivoluzione nel nostro modo di vedere la formazione e l'evoluzione delle galassie. Con un specchio primario di 39 m di diametro, il telescopio europeo ELT attualmente in costruzione in Cile (schedato per iniziare le operazioni nel 2028), sarà il più grande telescopio mai costruito e fornirà immagini con una risoluzione spaziale mai raggiunta, almeno dieci volte meglio del telescopio James Webb (JWST) nel vicino infrarosso.

MORFEO (Multiconjugate adaptive Optics Relay For ELT Observations) è uno degli strumenti di prima generazione ed è attualmente in fase di progettazione e costruzione da un consorzio internazionale guidato da INAF. Lo strumento verrà integrato e testato presso i laboratori di INAF-OAS Bologna prima di essere spedito in Cile. MORFEO completerà la camera ad alta risoluzione MICADO (più uno strumento di seconda generazione che deve ancora essere definito) fornendo una correzione di ottica adattiva (AO) uniforme su tutto il campo di vista di MICADO (50"x50") su una frazione molto alta di cielo. Queste caratteristiche avranno un impatto cruciale sulla scienza, permettendo di selezionare gli oggetti da osservare principalmente su criteri astrofisici piuttosto che su considerazioni tecniche. La combinazione di MORFEO+MICADO farà effettuare enormi progressi su un'ampia varietà di casi scientifici, come gli studi nel Sistema Solare, gli eso-pianeti, le popolazioni stellari risolte, i buchi neri nelle galassie, fino alle proprietà delle galassie primordiali più distanti.

Ai fini di un ottimale sfruttamento scientifico di questa strumentazione, è richiesto un lavoro preparatorio dedicato basato su simulazioni ed esplorazione di diverse strategie di osservazione. Sofisticati strumenti software (ad esempio, *Simcado*, *Scopesim*) sono già disponibili per simulare dati sia di imaging che spettroscopici che saranno ottenuti da MORFEO+MICADO in diverse condizioni atmosferiche e in diverse configurazioni di stelle guida naturali.

Si prevede che la candidata o il candidato al dottorato di ricerca effettui simulazioni all'avanguardia basate sugli strumenti di cui sopra per valutare le prestazioni fotometriche, astrometriche e spettroscopiche di MORFEO+MICADO su un tema extragalattico di sua scelta (secondo i propri interessi), preferibilmente legato alle più recenti scoperte di JWST nell'Universo ad alto redshift.

All'interno di questo lavoro preparatorio, si prevede inoltre che la candidata o il candidato prepari e sottometta proposte osservative per nuove osservazioni con la più avanzata strumentazione di ottica adattiva esistente, come SOUL-LUCI@LBT o ERIS@VLT, che potrebbero potenzialmente portare a nuovi risultati sul tema astrofisico oggetto di studio durante la tesi di dottorato.