

## Una tempesta di fulmini all'orizzonte degli eventi

*I telescopi MAGIC hanno osservato un'intensa emissione di luce ad altissima energia proveniente dal nucleo della galassia attiva IC 310, che si trova a 260 milioni di anni luce di distanza dalla Terra e che ospita nella sua regione centrale un buco nero supermassiccio di oltre 300 milioni di masse solari. Durante questa straordinaria esplosione di raggi gamma, la sorgente ha anche mostrato le variazioni di flusso più rapide mai osservate finora in una sorgente di questo tipo e a queste energie. Tali variazioni, su scale di tempo di meno di 5 minuti, suggeriscono che l'emissione gamma osservata è dovuta a particelle accelerate in una regione estremamente vicina al buco nero fornendo per la prima volta una visione diretta su come si formano i getti nelle sorgenti cosmiche. I risultati dello studio vengono pubblicati nell'edizione del 6 novembre di Science Express.*

Un eccezionale flusso di radiazione di altissima energia proveniente dal nucleo della galassia attiva IC 310, è stato osservato dai ricercatori della collaborazione internazionale MAGIC grazie ai due grandi telescopi per raggi gamma che operano sull'isola di La Palma alle Canarie e a cui collaborano per l'Italia l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Le accurate misure raccolte hanno permesso agli scienziati di registrare rapide variazioni del flusso di energia proveniente da quella sorgente cosmica. Questa informazione ha permesso di ricostruire i processi fisici che hanno liberato questa enorme quantità di energia svelando, per la prima volta, che questa viene rilasciata da una regione molto vicina al buco nero.

IC 310 è una galassia attiva che appartiene all'Ammasso di Galassie del Perseo, distante circa 260 milioni di anni luce dalla Terra, in direzione dell'omonima Costellazione. Una vecchia conoscenza degli astronomi, già nota per emettere radiazione di alta energia: già nel 2009 il satellite per astronomia nei raggi gamma Fermi ed i telescopi MAGIC hanno scoperto un'intensa emissione di raggi gamma provenire da questo oggetto celeste. Secondo queste osservazioni, IC 310 è stata considerata una sorgente di grande interesse ed è stata studiata attentamente in tutte le lunghezze d'onda. Nella notte del 12 novembre 2012, nel corso di una successiva campagna di osservazione, i telescopi MAGIC hanno osservato una nuova potente emissione di raggi gamma da IC 310, ben più intensa delle precedenti. Sorprendentemente, durante l'evento, il team di MAGIC ha registrato una marcata variazione nel flusso di radiazione proveniente dalla sorgente, avvenuta nell'arco di soli 5 minuti.

Le osservazioni ad alta risoluzione condotte con i radiotelescopi Europei del VLBI (VBN) hanno permesso di caratterizzare meglio il cuore di questa galassia rivelando che quello di IC 310 è un tipo particolare di nucleo galattico attivo (AGN) che gli astronomi chiamano *blazar*. Questo mostro cosmico emette una coppia di getti di plasma lanciato a velocità relativistiche, di cui uno è puntato verso l'osservatore, alla stregua del fascio di luce di un faro. Nel caso di IC 310, il getto non punta direttamente verso la Terra ma forma un angolo con la congiungente Terra-sorgente inferiore ai 20 gradi. Nei nuclei attivi e in particolare nei *blazar*, la presenza del getto relativistico generalmente aiuta a spiegare sia la maggiore intensità della radiazione osservata che la sua rapida variabilità. Tuttavia le osservazioni di MAGIC mostrano che questa spiegazione nel caso di IC 310 non funziona. Per produrre un'emissione così intensa come quella osservata sarebbe necessaria un'area molto più grande di quella occupata dal buco nero supermassiccio al centro di IC 310, che ha un diametro pari a circa tre volte la distanza tra il Sole e la Terra. La luce, per attraversare una regione di tali

dimensioni, impiegherebbe circa 25 minuti: questo è incompatibile con la durata delle variazioni di flusso osservate che invece sono di soli 5 minuti. Per descrivere questa emissione così intensa e rapida gli scienziati propongono una spiegazione diversa. L'intensa emissione di raggi gamma osservata deve necessariamente iniziare nelle immediate vicinanze del buco nero. Il buco nero deve ruotare alla sua massima velocità possibile e deve essere presente un campo magnetico che lo circonda. Se la densità del plasma che accresce sul buco nero diminuisce nelle regioni polari, si possono creare proprio in queste zone degli intensi campi elettrici in grado di accelerare le particelle a velocità prossime a quelle della luce. Una situazione analoga, anche se molto più estrema, a quella in cui si verificano le scariche elettriche dei fulmini durante le tempeste. Le particelle così accelerate, interagendo con i fotoni a bassa energia emessi dal disco di accrescimento, producono i raggi gamma captati da MAGIC.

Queste osservazioni MAGIC di IC 310 rappresentano la prima osservazione diretta della regione in cui avviene la formazione dei getti nei nuclei galattici attivi, contribuendo a risolvere quello che, a tutt'oggi, è uno dei grandi enigmi dell'astrofisica moderna.

Il risultato eccezionale ottenuto dalla collaborazione tra i telescopi MAGIC e EVN ora sta per essere pubblicato sul numero del 6 novembre, 2014 di Science Express.

"I raggi gamma di alta energia sono molto importanti - dice Mosè Mariotti, responsabile INFN a Padova presso la Collaborazione MAGIC - perché permettono di esplorare le zone più interne dei nuclei galattici attivi; con queste osservazioni si può arrivare in prossimità del buco nero centrale dove si verificano le condizioni fisiche più estreme." "Da quando è entrato in funzione, ormai dieci anni fa, MAGIC ha potuto ottenere questo risultato, e altri risultati altrettanto importanti, grazie alle sue ottime prestazioni - aggiunge Michele Doro, responsabile della presa dati di MAGIC. Questo grazie all'utilizzo di tecnologie di punta, che sono tenute costantemente aggiornate dal lavoro dei ricercatori e dei tecnici degli Istituti di ricerca coinvolti nell'esperimento".

*L'esperimento MAGIC si trova all'Osservatorio del Roque de los Muchachos (2200 m slm), sull'isola di La Palma, alle Canarie. Il sistema di due telescopi MAGIC, ciascuno di 17 metri di diametro, è in grado di osservare i raggi gamma di altissima energia (25 GeV-50 TeV) emessi dalle sorgenti cosmiche. La tecnica osservativa utilizzata dai telescopi MAGIC è la seguente: i raggi gamma penetrano nell'atmosfera terrestre e producono sciame di particelle secondarie che, propagandosi nell'atmosfera, formano delle nuvole di debole luce blu-stra nota come radiazione Cherenkov. I telescopi MAGIC studiano i raggi gamma provenienti da sorgenti galattiche ed extragalattiche, registrando e analizzando le immagini stereoscopiche di queste nuvole di radiazione Cherenkov.*

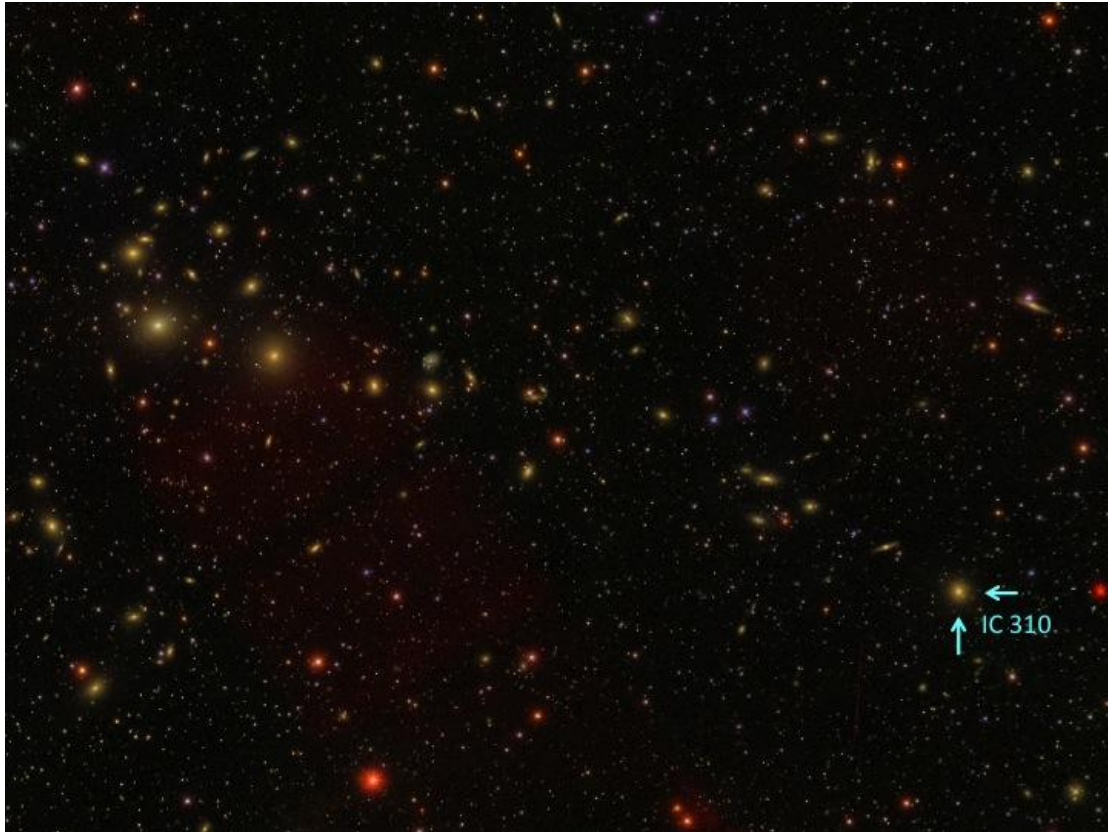
MAGIC è stato costruito da una collaborazione in gran parte europea che comprende circa 160 ricercatori provenienti da Germania, Spagna, Italia, Svizzera, Polonia, Finlandia, Bulgaria, Croazia, India e Giappone. L'Italia partecipa a MAGIC attraverso l'istituto nazionale di fisica nucleare (INFN) e di astrofisica (INAF) ospitati in varie sedi universitarie tra cui Padova è stata tra le prime a farne parte. Mariotti è stato portavoce di MAGIC per 2 anni mentre Michele Doro è responsabile delle osservazioni del telescopio nonché coordinatore del gruppo di ricerca di fisica fondamentale per MAGIC.

#### **Contatti:**

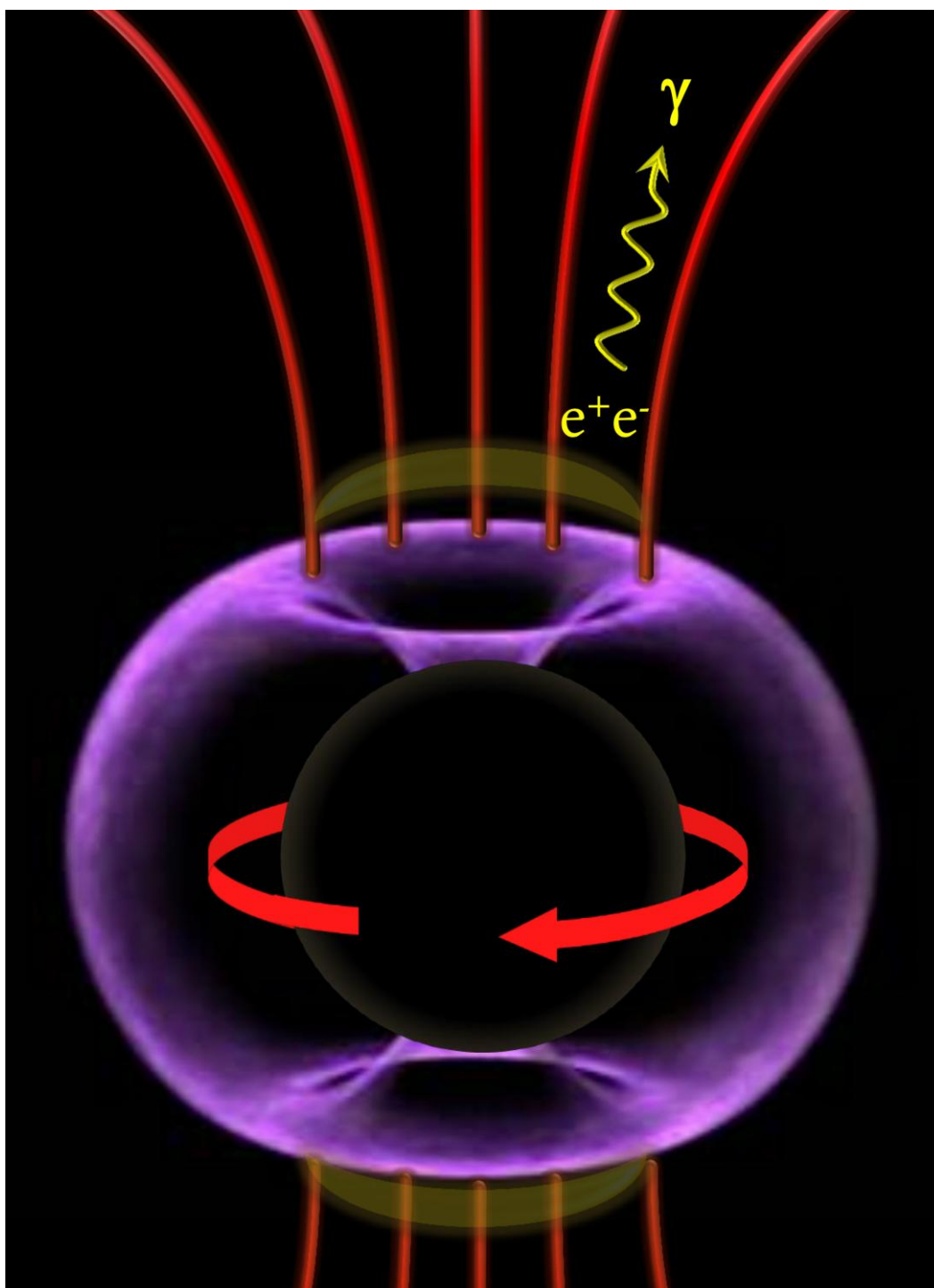
prof. Mosè Mariotti, [mariotti@pd.infn.it](mailto:mariotti@pd.infn.it), 049 827 7254

dr. Michele Doro, [michele.doro@pd.infn.it](mailto:michele.doro@pd.infn.it), 049 827 7193

**FIGURE:**



**Figura 1:** La galassia **IC 310** si trova nella periferia dell'ammasso di galassie Perseus, Il centro dell'ammasso si vede sulla sinistra dell'immagine dove si nota un'alta densita' di galassie. IC310 si trova sulla destra. Image credits: Sloan Digital Sky Survey (<http://www.sdss3.org/>)



**Figura 3:** Scenario per l'origine dei raggi gamma osservati. Un buco nero rotante e il suo orizzonte degli eventi (sfera nera) accrescono plasma dalle parti interne della galassie. La superficie viola a forma di mela mostra l'ergosfera, regione in cui l'energia può essere direttamente estratta dal buco nero. La rotazione del buco nero induce una magnetosfera (in rosso) con due regioni di vuoto spinto nei poli (in giallo). In questi vuoti, campi elettrici enormi accelerano le particelle fino ad energie ultrarelativistiche. Queste particelle interagiscono con fotoni di bassa energia (termici) del plasma che si addensa sul buco nero, generando i fotoni gamma osservati da MAGIC.