

# Más cerca del agujero negro de M87

## Recientes resultados muestran las regiones próximas a la última órbita estable en torno al centro de la galaxia

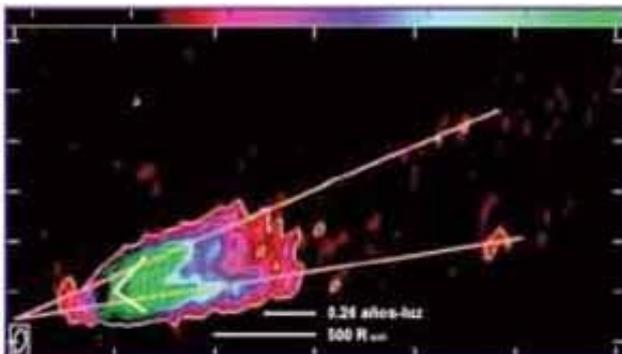
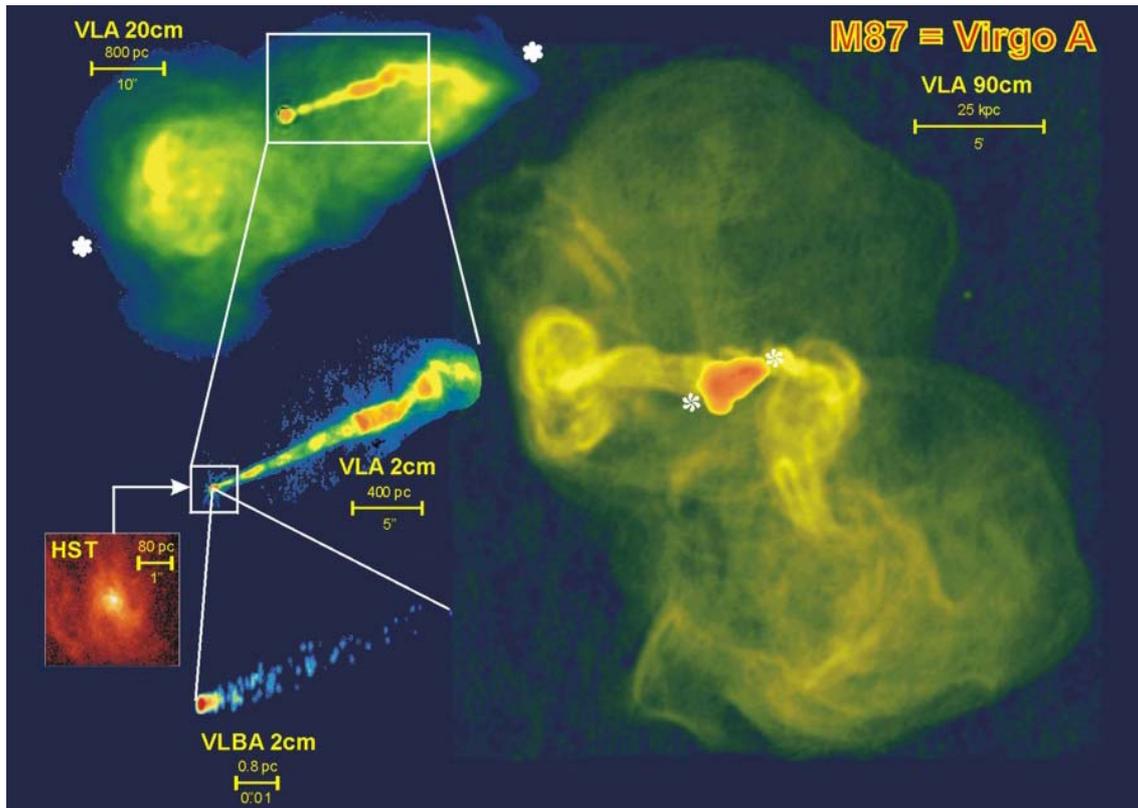
Por Antxon Alberdi (IAA)

Para definir el “tamaño” de un agujero negro, los astrofísicos utilizamos el concepto del radio de Schwarzschild (Rsch) que está asociado con el radio aparente del denominado horizonte de sucesos (el horizonte de sucesos es una frontera en el espacio-tiempo que hace que cualquier evento que suceda a un lado de la superficie no afecte a un observador situado en el otro). Su valor depende de la masa del agujero negro: a modo de ejemplo, si el Sol fuera un agujero negro, tendrá un tamaño de tres kilómetros; en cambio, una galaxia activa de mil millones de masas solares tendrá un agujero negro con un tamaño de entre seis y siete unidades astronómicas (UAs). Gracias a las observaciones interferométricas en radio se obtienen imágenes con una nitidez del orden de miles, centenares y decenas de veces el radio de Schwarzschild, dependiendo de la masa del núcleo y de cuán próxima se encuentre la galaxia activa.

En los últimos años, los radioastrónomos han mejorado la resolución angular de sus imágenes, haciendo un zoom progresivo a los núcleos de las galaxias activas, y batiendo marcas en cuanto a la nitidez de las imágenes. Ciñéndonos a las galaxias activas más cercanas: SgrA\* se encuentra a una distancia de veintiséis mil años luz y su masa es de cuatro millones de masas solares. Observaciones muy recientes han demostrado que el tamaño de SgrA\* es inferior a 0,30 UA, que correspondería a tan solo 3,7 Rsch (para SgrA\*, 1 Rsch = 0.08 UA). Centaurus A se encuentra a una distancia de once millones de años luz y su agujero negro tiene una masa de doscientos millones de masas solares, lo que significa que se puede cartografiar con una resolución inferior a los 10 Rsch. ¡Estamos ya en la vecindad del horizonte de sucesos del agujero negro! Desde el punto de vista de la física, se están vislumbrando aquellas escalas de distancias en las que los efectos de la relatividad general son fundamentales y podrán ser caracterizados y estudiados con gran detalle.

M87 se encuentra a una distancia de cincuenta y cinco millones de años luz y la masa de su agujero negro supermasivo es del orden de seis mil doscientos millones de masas solares, por lo que el tamaño de su Rsch es de 12 UA. Recientemente se han realizado observaciones de VLBI a 1,3 milímetros del núcleo de M87 con una resolución angular mejor que veinticinco microsegundos de arco, derivando un tamaño para su núcleo de  $5,5 \pm 0.4$  Rsch ( $\sim 0.6$  UA).

Muestreando, por tanto, aquellas regiones próximas a la última órbita estable en torno al centro de la galaxia y las regiones donde se ha formado y eyectado el jet relativista. Debe mencionarse que, al contrario de SgrA\*, M87 presenta un jet que se extiende hasta distancias de millones de años luz (ver imagen).



Arriba: montaje con imágenes de M87 a diferentes escalas lineales, desde 80.000 hasta 2,5 años luz. Fuente: NRAO-AUI.

Izda: imagen del núcleo de M87. La imagen tiene una resolución lineal de 80 radios de Schwarzschild (24 días luz) y se extiende hasta una distancia de 300 días luz. Fuente: Chun Ly, *Astrophysical Journal*.

Los datos han sido publicados en la revista *Science*. Estos resultados están muestreando, por tanto, aquellas regiones próximas a la última órbita estable en torno al centro de la galaxia y las regiones donde se ha formado y eyectado el jet relativista. Debe mencionarse que, al contrario de SgrA\*, M87 presenta un jet que se extiende hasta distancias de millones de años luz (ver imagen). El modelado de los datos interferométricos sugiere inequívocamente que el agujero negro central se encuentra en rotación (los autores dan incluso una cota inferior para la rotación del agujero negro) y que el jet relativista es alimentado por un disco de acreción que gira en torno al agujero negro central en el mismo sentido que este gira sobre sí mismo. Los resultados observacionales excluyen explícitamente las órbitas retrógradas porque el tamaño previsto para la región emisora superaría ampliamente el tamaño que se ha determinado observacionalmente. De hecho, este resultado es consistente con los modelos teóricos más aceptados que predicen que los ejes de rotación del agujero negro y del disco de acreción deben irse

alineando con el tiempo, gracias a la transferencia de momento angular desde el disco de acreción.

**Antxon Alberdi (IAA)**  
**Este artículo aparece en el número 39, febrero 2013,**  
**de la revista *Información y Actualidad Astronómica*,**  
**del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)**