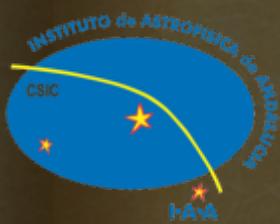


# Jet wobbling en jets relativistas: el caso del blázar NRAO150

Sol Natalia Molina



Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC)



# Jet wobbling en jets relativistas: el caso del blázar NRAO150

## •Introducción

Tipos de galaxias activas.

Jets en galaxias activas:

Formación y estructura.

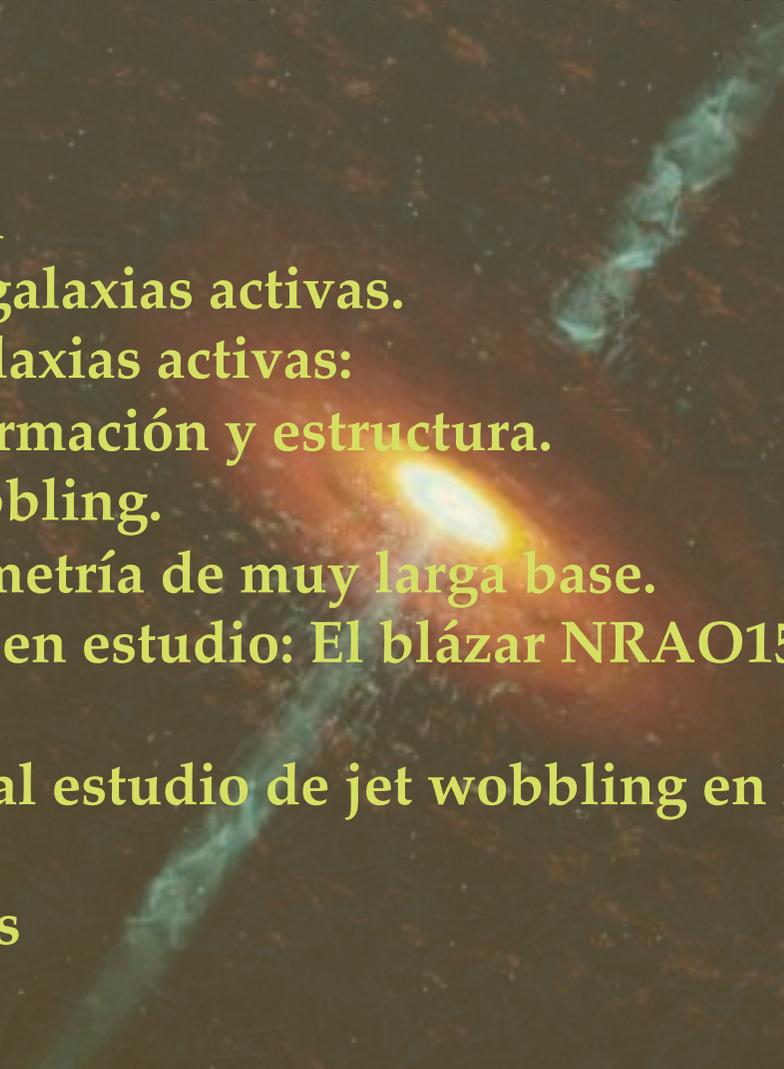
El jet wobbling.

Interferometría de muy larga base.

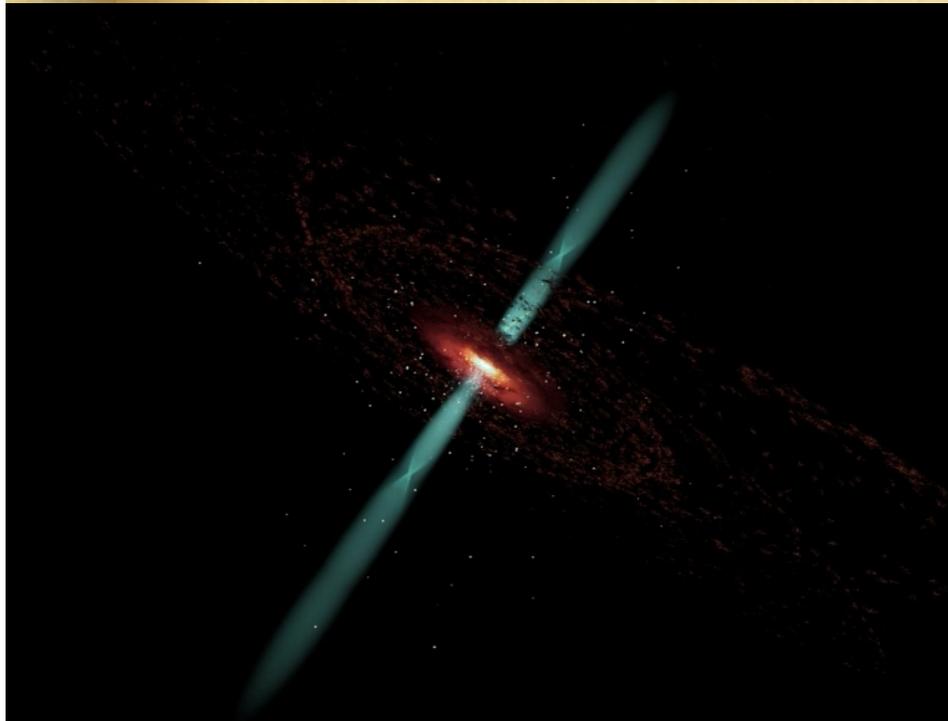
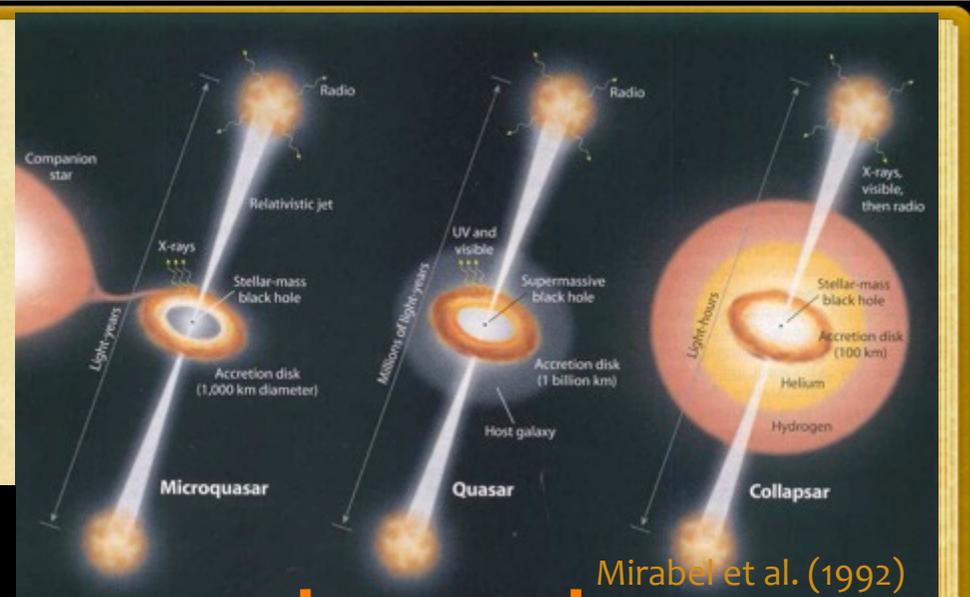
La fuente en estudio: El blázar NRAO150

## •Mis aportes al estudio de jet wobbling en NRAO150

## •Conclusiones



Los jets están presentes en numerosos escenarios astrofísicos. Es de relevancia estudiar su física.



Nos vamos a centrar en **Jets presentes en Galaxias activas.**

**Galaxias activas.**

emiten enormes cantidades de energía, con luminosidades de  $10^4$  veces la de una galaxia típica (Krolik 1999).

Esta energía tiene un origen no térmico.

Representación conceptual de una galaxia radio emisora. W Steffen. UNAM & Cosmovisión.

## Tipos de AGN

### Radio silenciosas:

- Seyferts
- LINERs
- Quasars que emiten débilmente en radio

### Radioemisoras:

Emisión en radio está dominada por la emisión del jet:

- Radiogalaxias
- Quasares que emiten intensamente en radio.
- Blazars: jet orientado en la dirección del observador,  $\leq 10^\circ$ .

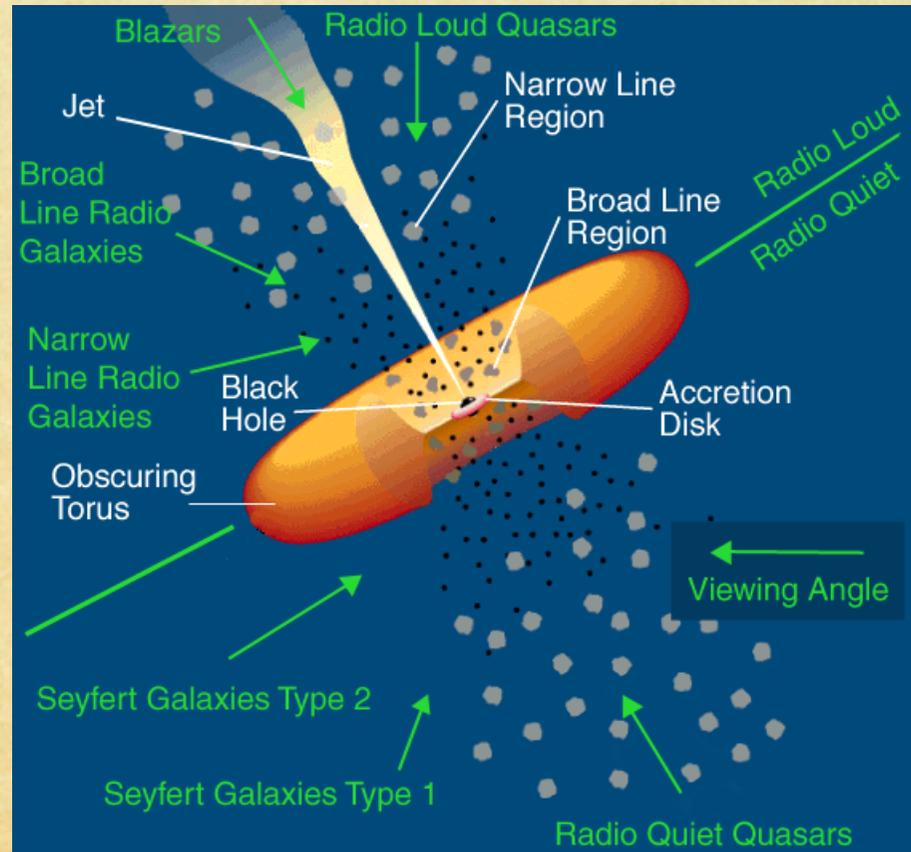


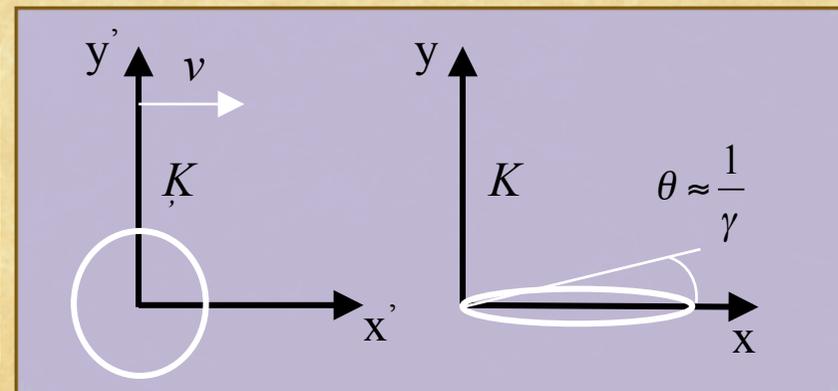
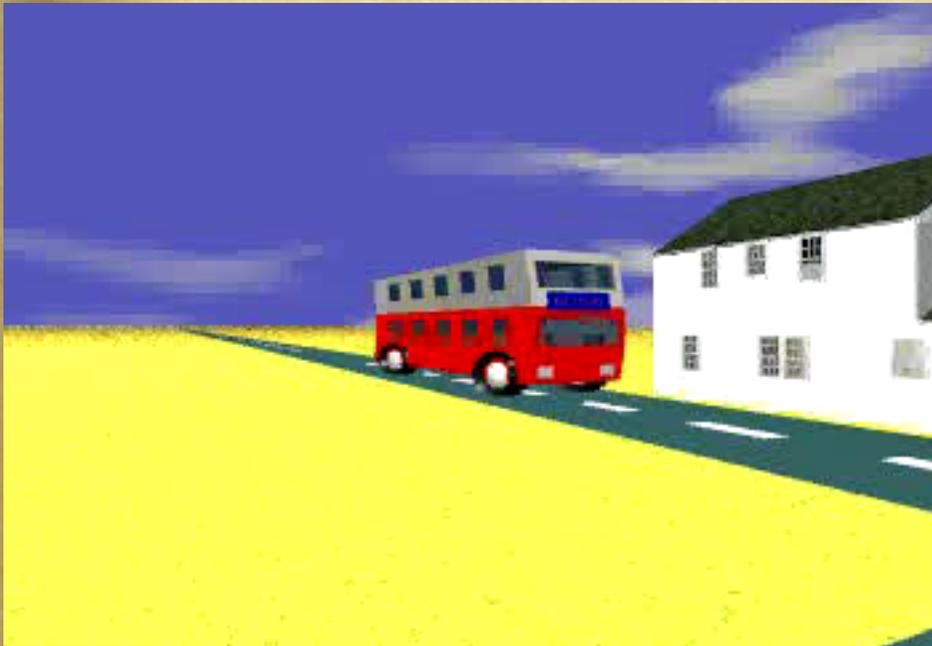
Imagen original de Urry & Padovani (1995)

## Efectos relativistas

Son consecuencia de la contracción de la longitud y la dilatación del tiempo relativistas.

### Aberración de la luz

el efecto consiste en la concentración de la radiación emitida por el jet en un cono de apertura más pequeña mientras mas alta sea la velocidad del jet.



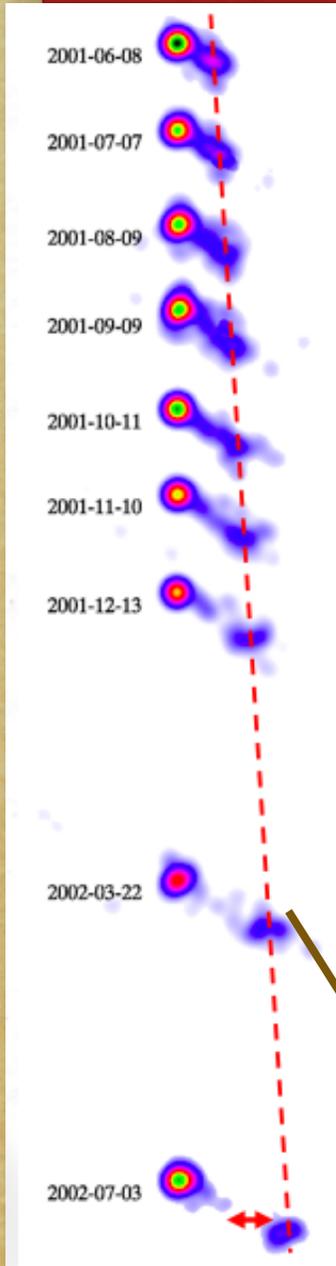
### Reforzamiento Doppler

Es el reforzamiento de la intensidad de emisión consecuencia de la aberración de la luz.



la emisión proveniente de los chorros relativistas se observa concentrada en un cono de emisión y con mayor intensidad.

# Velocidades superlumínicas

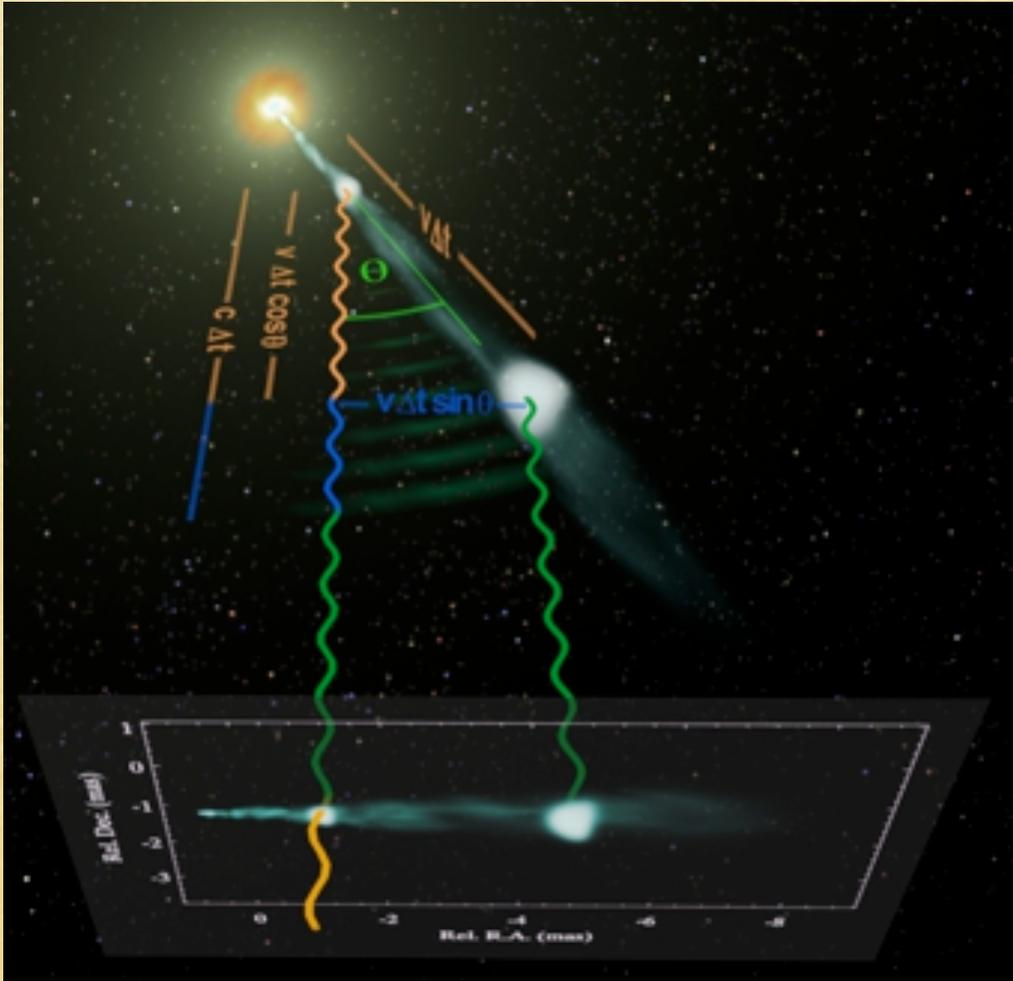


OJ287

VLBA 7 mm

Agudo et al. 2012

$\sim 12$  años luz en  $\sim 1.1$  años  $\rightarrow v \sim 10 c$



Representación conceptual de los movimientos superlumínicos. Reproducida de Gómez & Steffen (2009).

# Jets en AGN

Emisión detectada a longitudes de onda de radio principalmente es radiación sincrotrón.

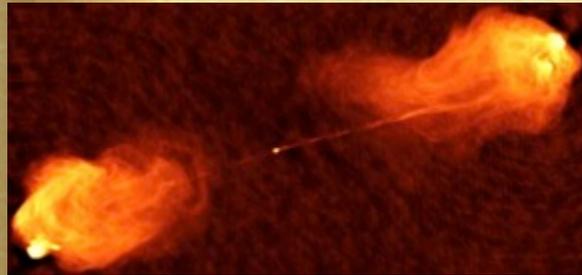
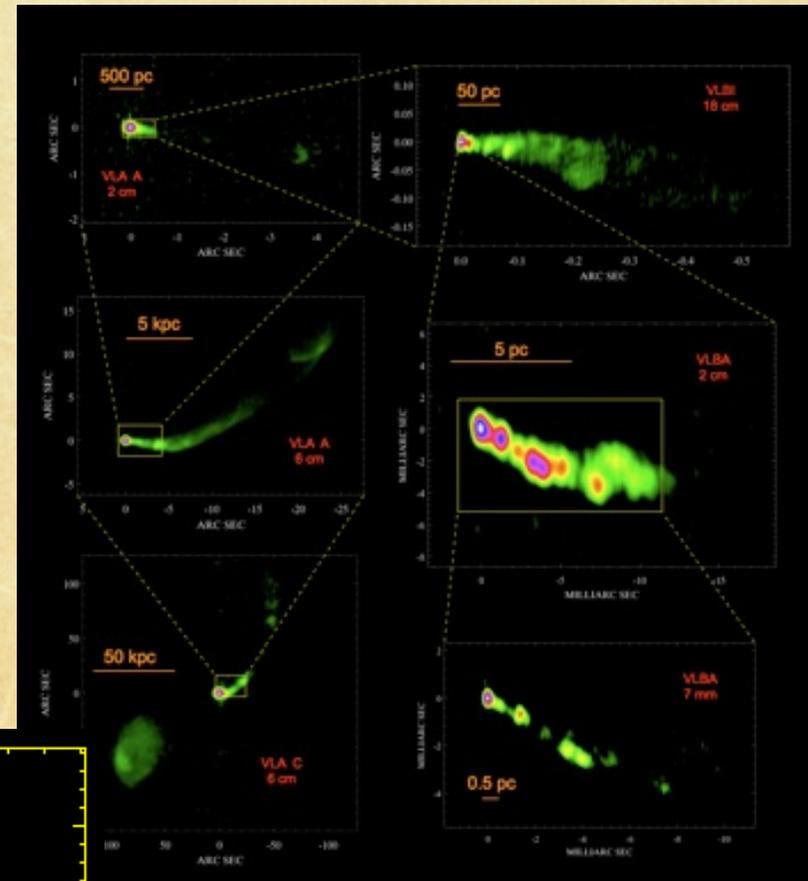
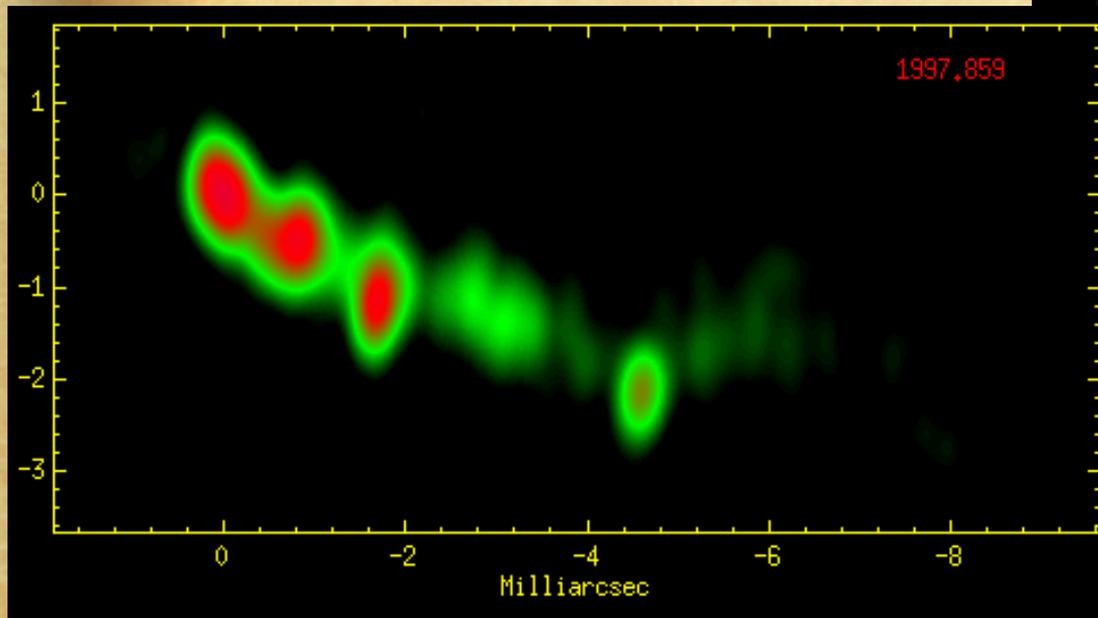


Imagen obtenida con el VLA a 1.4 GHz de la radiogalaxia 3C 31 a escalas del kpc. Cortesía de NRAO/AUI.



3c120 a diferentes escalas. R. C. Walker & Gómez.

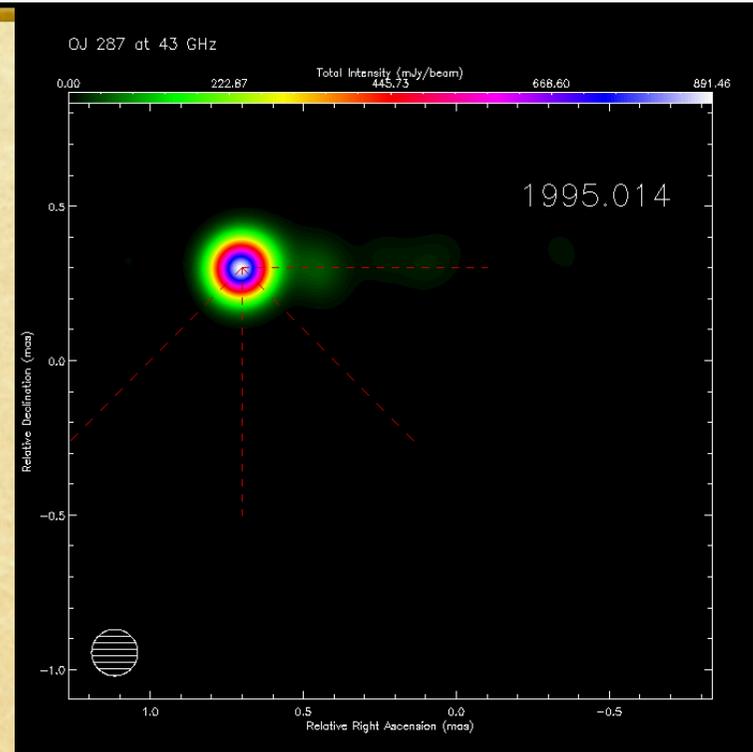


Imágenes a 22 GHz tomadas con VLBA. Gómez et al. (2000).

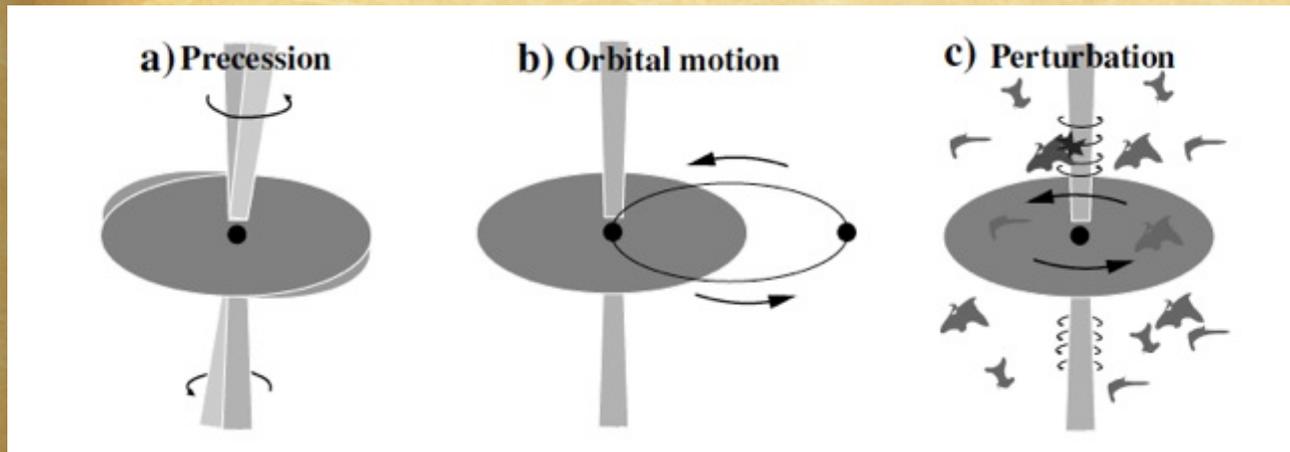
# Jet wobbling

Jet wobbling es un cambio en la dirección de eyección del jet en las regiones mas internas del mismo.

Modelos propuestos para explicar el proceso



OJ287 a 43 GHz. Agudo et al. 2012.



Reproducido de Agudo (2009).

## Interferometría de muy Larga Base (VLBI)

Para estudiar la estructura interna de los jets extragalácticos en blázares se necesita una resolución angular de milisegundos de arco.

Utilizar varias antenas en conjunto y combinar la señal obtenida por cada una de ellas.

Lograr una resolución igual a la que se obtendría con una antena de diámetro igual a la separación máxima entre antenas.

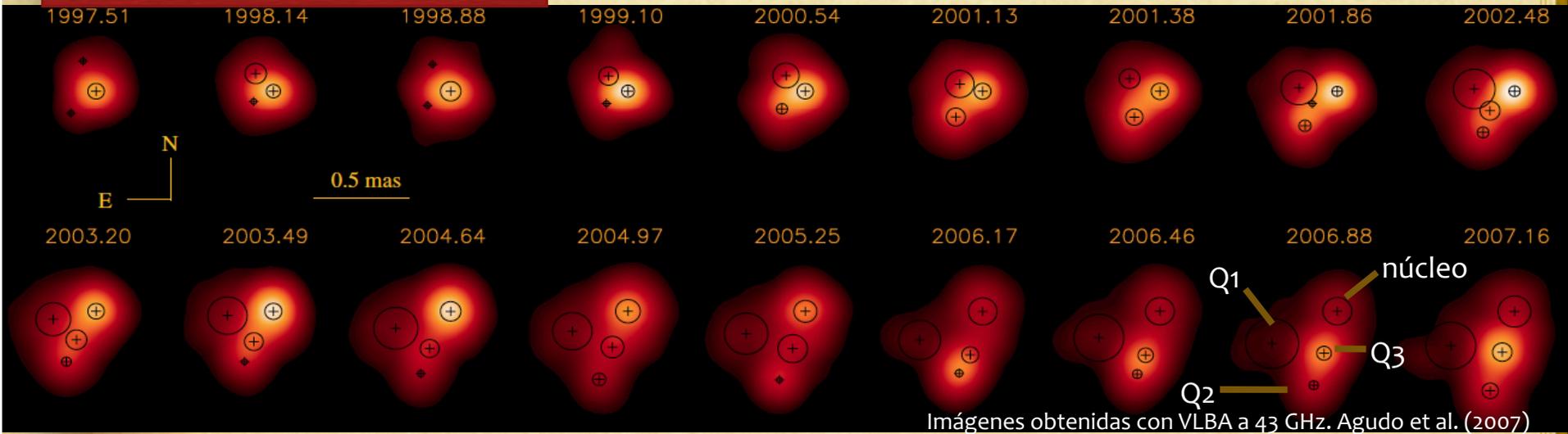
### Very Long Baseline Array (VLBA)

- Diez radioantenas iguales de 25 metros cada una.



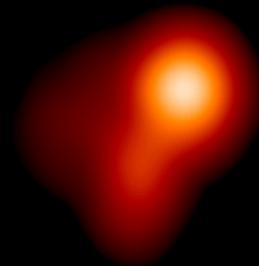
Crédito NRAO/VLBA.

# El blázar NRAO150



## NRAO 150 at 43 GHz as viewed by the VLBA

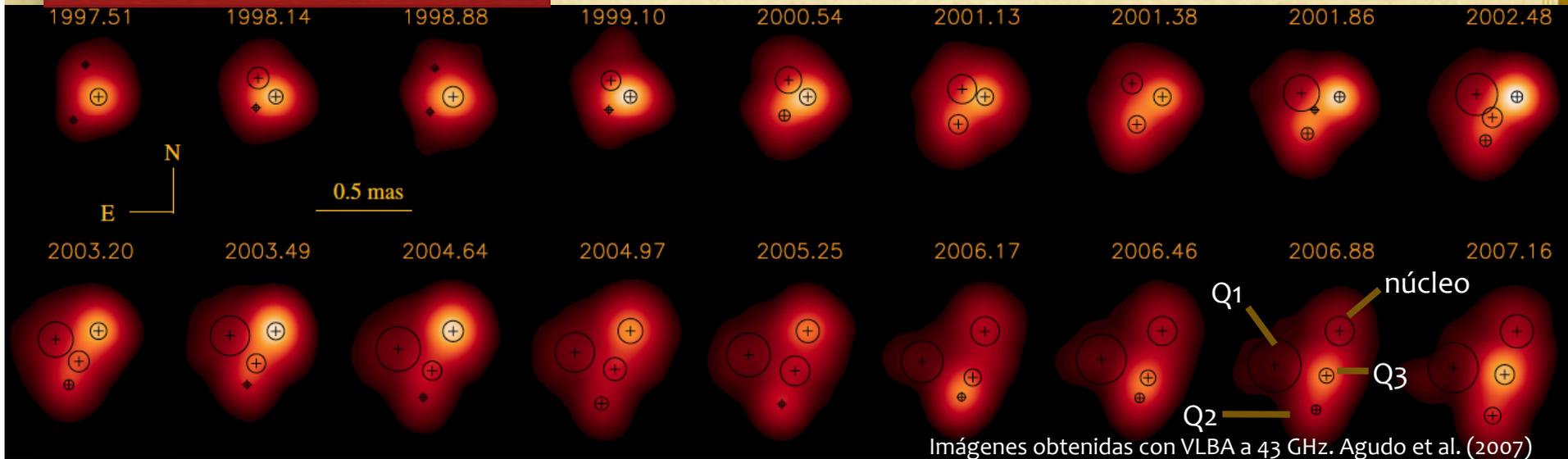
between 1997 and 2007



Beam FWHM: 0.16 mas  
Noise level: 25 mJy/beam  
Total intensity peak: 4.13 Jy/beam

Agudo et al. (2007) A&A Letters

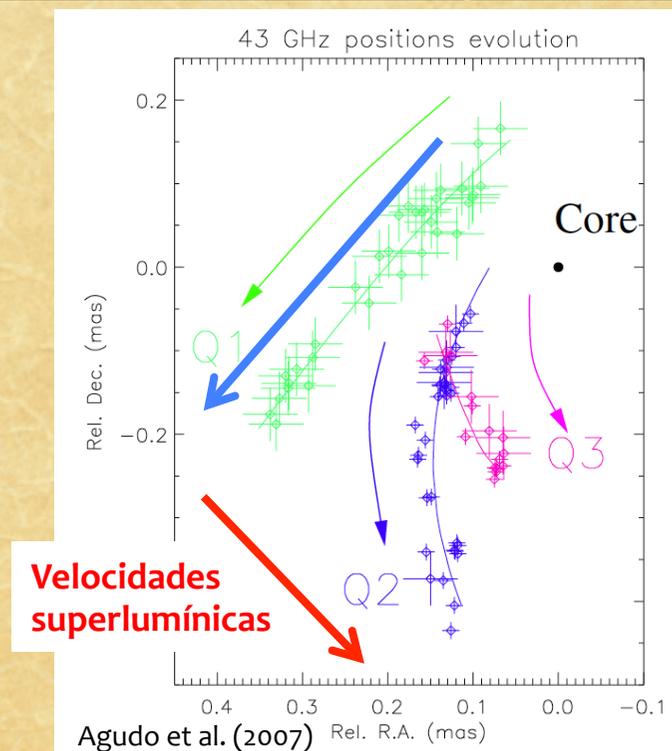
# El blázar NRAO150



Imágenes obtenidas con VLBA a 43 GHz. Agudo et al. (2007)

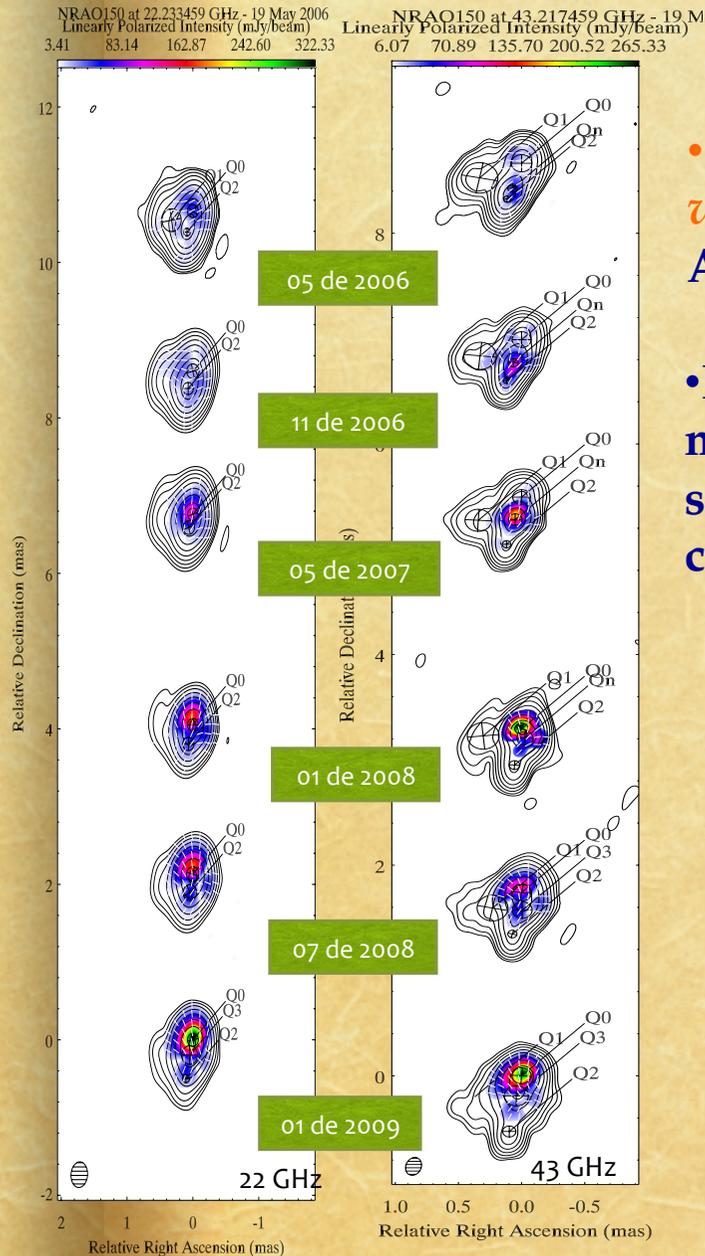
Trabajos anteriores sobre NRAO150 (Agudo et al. 2007) han mostrado:

- Se observó una **rotación del jet en el plano del cielo** en sentido contrario a las agujas del reloj.
- Se midieron velocidades para las componentes superlumínicas en la dirección no radial.
- Presenta un **movimiento superlumínico no balístico**.
- Se desconoce el origen del movimiento superlumínico no balístico.



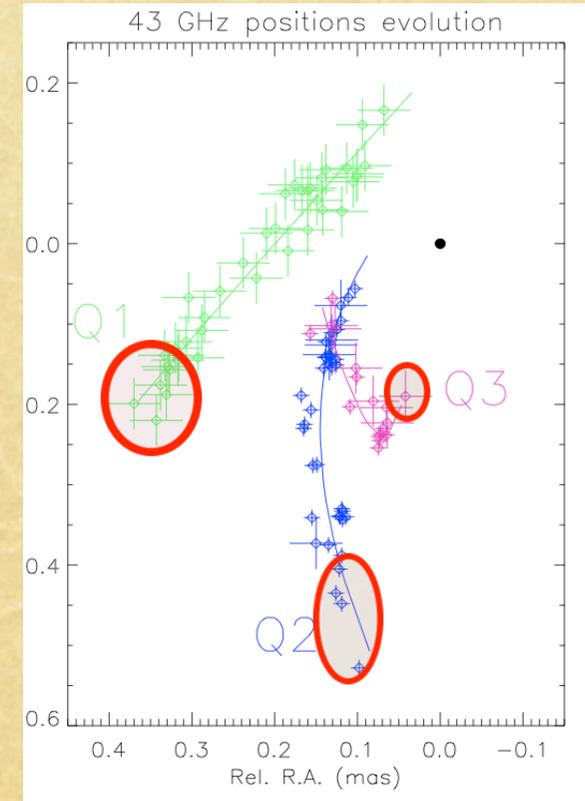
Agudo et al. (2007)

# Mis aportes al estudio del jet wobbling en NRAO150.



• Se confirma el *jet wobbling* medido por Agudo et al. (2007).

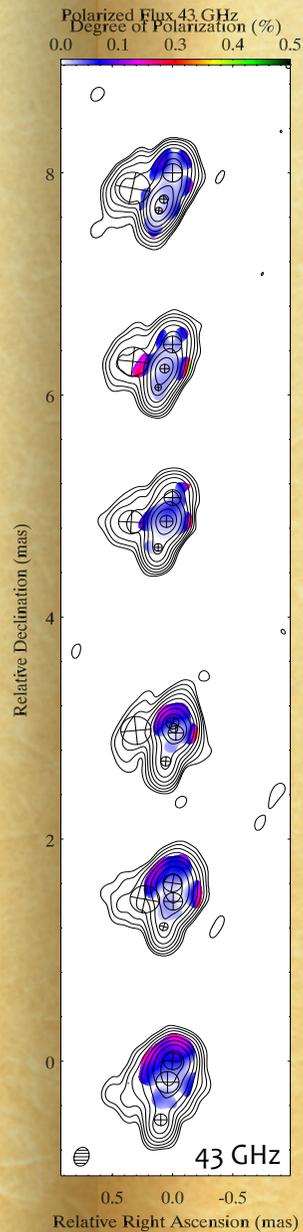
• No es posible hasta el momento determinar si se trata de un proceso cíclico o no.



Posiciones de las componentes Q1, Q2 y Q3 medidas respecto de Q0, modeladas a partir de los datos a 43 GHz. Las cruces simbolizan el error en la posición calculado a partir de Jorstad et al. (2005).

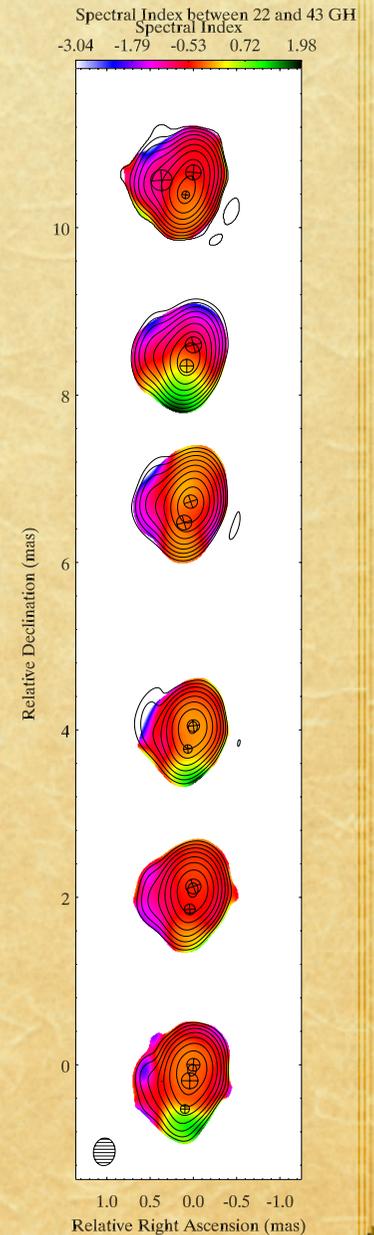
Secuencia de imágenes a 22 y 43 GHz para las seis épocas de observación. Los contornos representan el flujo total, el color el flujo polarizado y se muestran las componentes identificadas en el jet.

## Mapa de grado de polarización del flujo



•La radiación presenta muy bajo grado de polarización.

## Mapa de índice espectral



•Casi todo el jet presenta un índice espectral cercano a 0 (color naranja).

Se puede estar observando la fuente con un ángulo muy pequeño desde el eje del jet.

## Conclusiones

- Se ha observado que **el jet continúa con el *jet wobbling*** medido por Agudo et al. (2007). No ha sido posible determinar si éste presenta periodicidad o no.
- Se estima que **se puede estar observando el jet con un ángulo muy pequeño** entre la línea de la visual y la dirección del fluido.



Los mapas de índice espectral.  
Dado el bajo grado de polarización.

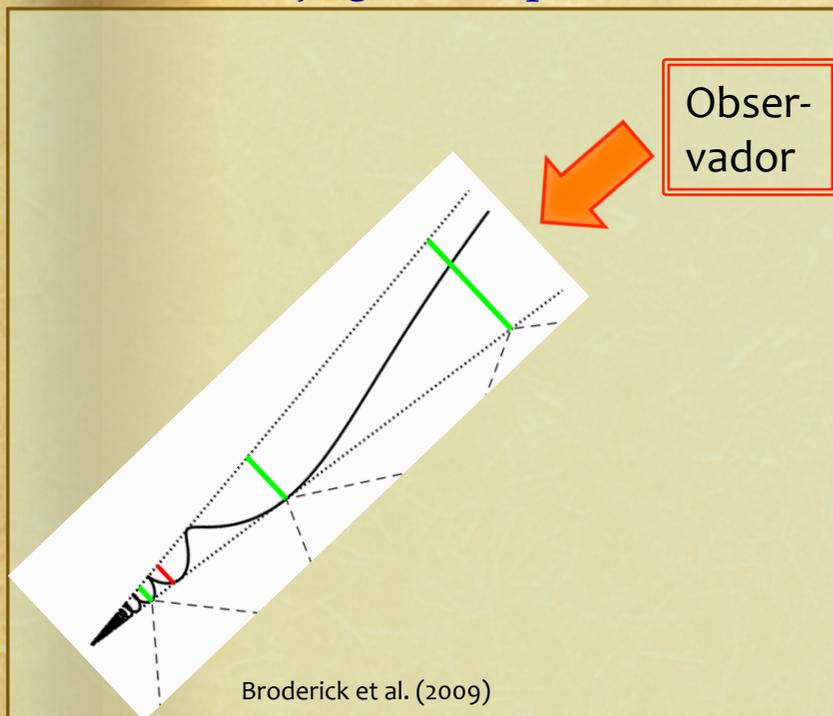


El ángulo de visión cercano a  $0^\circ$ . Se puede estar observando el jet con un ángulo de visión menor al semieje del cono definido por la estructura del jet.

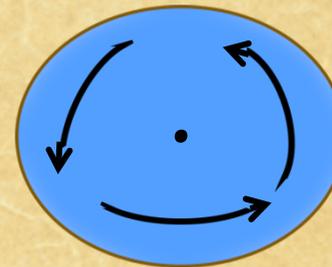
## Conclusiones

- Se ha observado que **el jet continúa con el *jet wobbling*** medido por Agudo et al. (2007). No ha sido posible determinar si éste presenta periodicidad o no.
- Se estima que **se puede estar observando el jet con un ángulo muy pequeño** entre la línea de la visual y la dirección del fluido.

Los mapas de índice espectral.  
Dado el bajo grado de polarización.



El ángulo de visión cercano a  $0^\circ$ . Se puede estar observando el jet con un ángulo de visión menor al semieje del cono definido por la estructura del jet.



Es posible que el *jet wobbling* se deba a la **rotación interna del jet**.



**Muchas Gracias por su atención !!!**