

# *Pasado, presente y futuro de líneas espectrales en Argentina*

Cristina E. Cappa

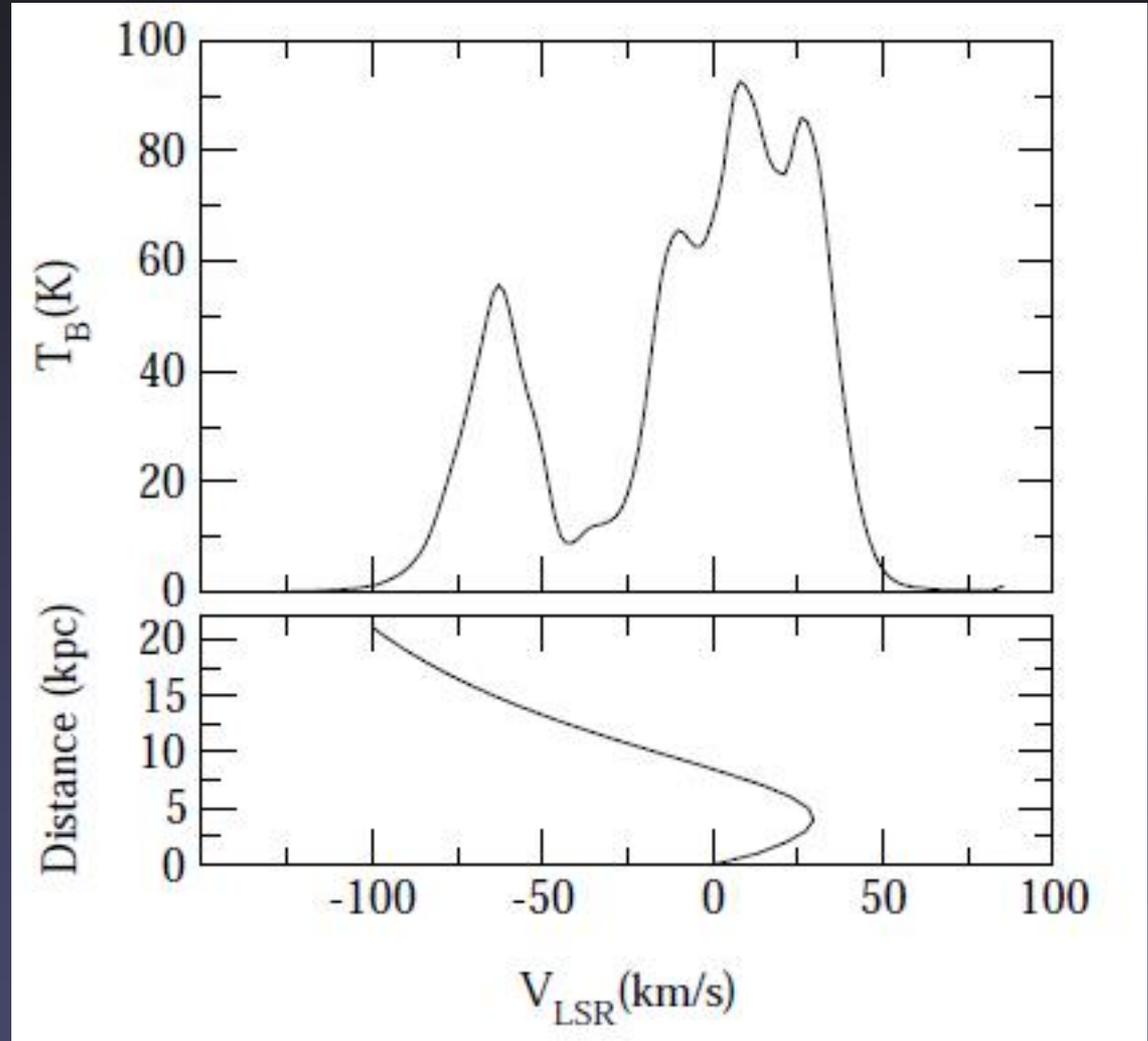
IAR, CCT-La Plata, CONICET  
FCAG, UNLP

# Líneas espectrales

- **Pasado y presente**
- Hidrógeno neutro
  - Nuestra Galaxia
    - Trabajos sobre regiones particulares
    - Relevamientos
- Líneas de recombinación
- Líneas moleculares
  - OH
  
- **Futuro**

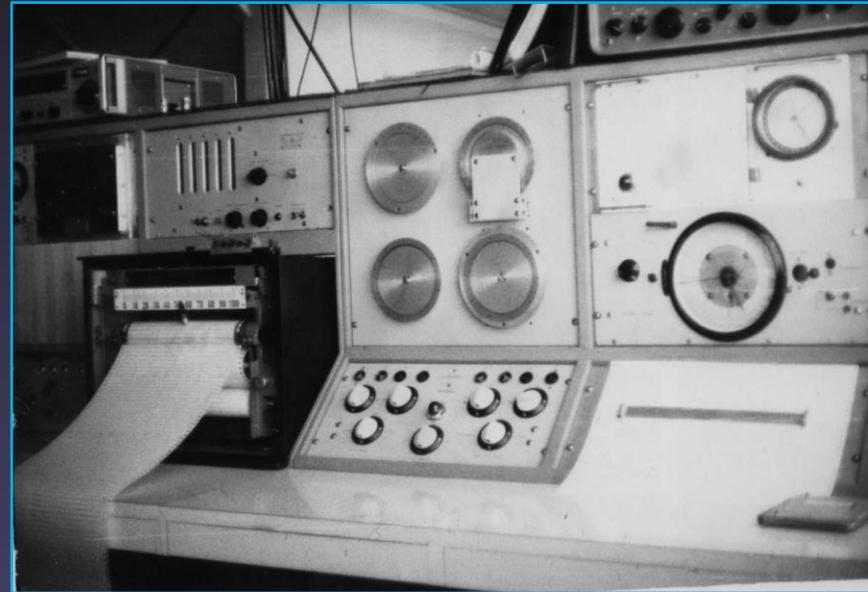
# Línea de HI - Gal

## ➤ Espectro de HI



# Línea de HI - Gal

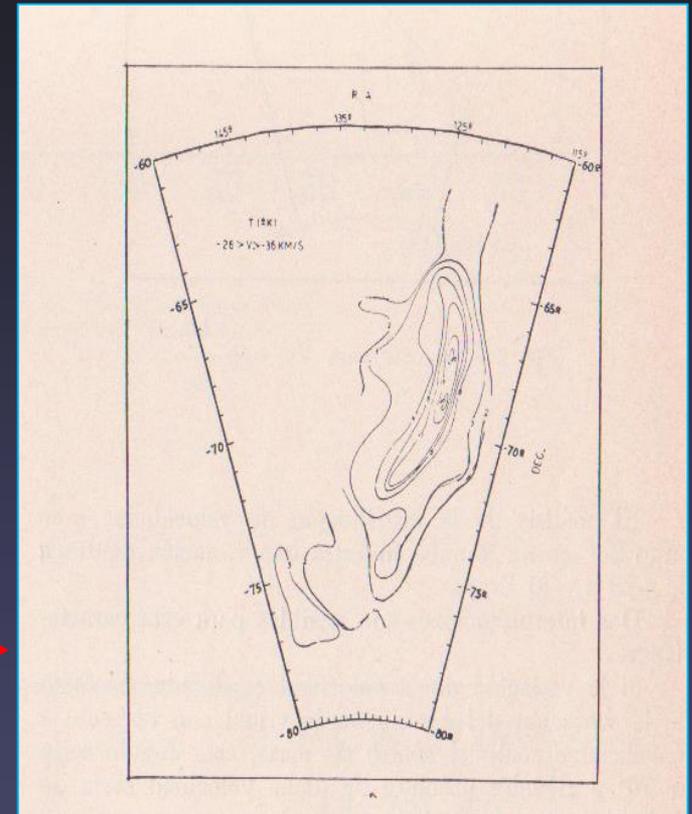
- Garzoli y Varsavsky (1965):
- Datos de HI pero no del IAR
  
- E. da Rocha Vieira (1967, BAAA13; 1971ApJ):
- Espectros del IAR
- $301 < l < 310, +2 < b < +12$
- Analizar estructuras
  
- Bajaja, Garzoli, Strauss, Varsavsky (1967), IAUS:
- Estudios de estructura galáctica
- $291 < l < 331, b = 0$
  
- 56 filtros,  $T_{\text{sys}} = 250 \text{ K}$ , datos a perforadora



1965

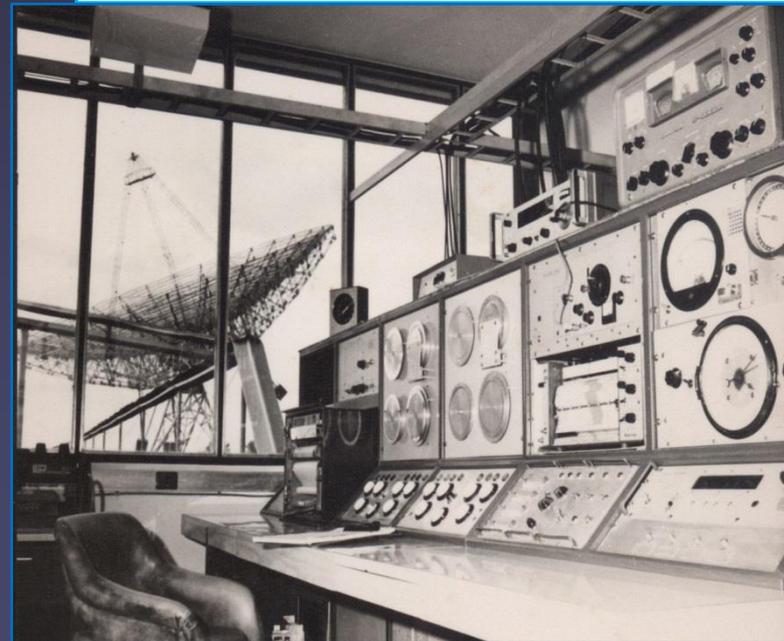
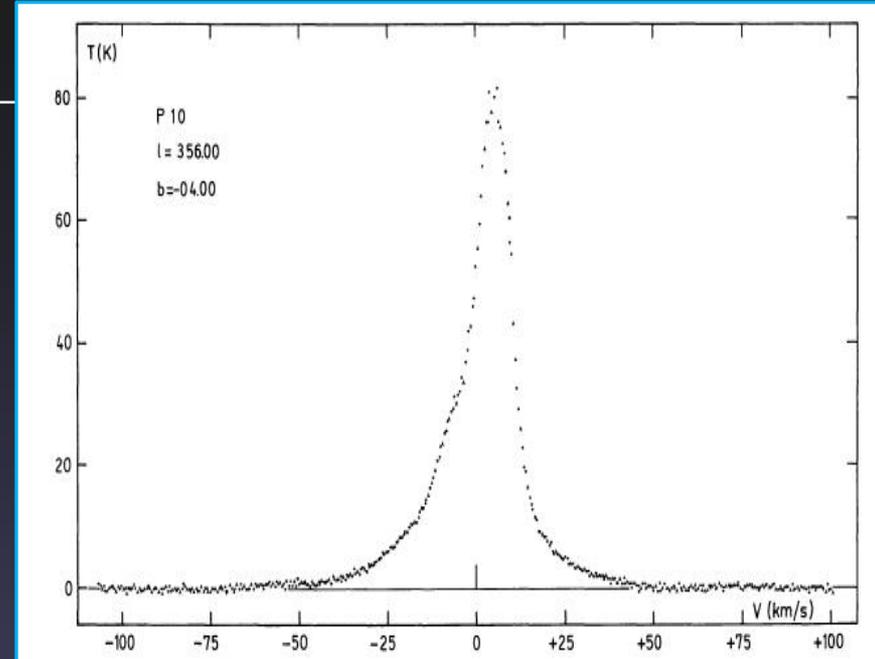
# Línea de HI - Gal

- Estudios de estructura galáctica
- Bajaja y Colomb (1968), AAA:
- $220 < l < 270$ ,  $-20 < b < -10$
- **Goniadzki y Jech (1968):**
- $230 < l < 285$ ,  $-15 < b < -3$
- Analizar estructuras
- **Pöppel (1969 AAA, 1970)**
- Zona de Microscopio, rms = 1 K, 0.25 K
- **Bajaja y Colomb (1970):** →
- Nube en 280, -18, [-36,-26]km/s, gauss
- **Quiroga y Fernández Gianotti (1969), AAA**
- **AAA 1969, primer reunión en el IAR**



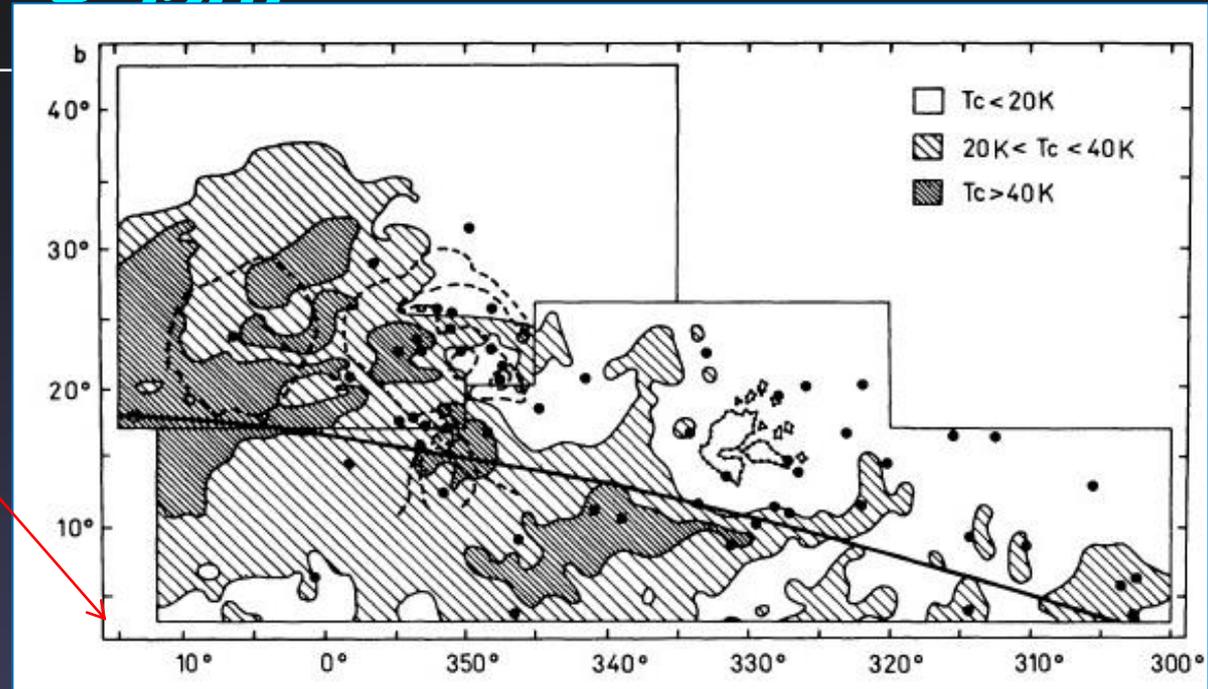
# Línea de HI - Gal

- Puntos de calibración del IAR
- Pöppel y Vieira (1971BAAA17, 1973A+AS):
  - para HI, 5 puntos
  - Se agregaron más puntos y reobservaron con nuevos receptores.
- Desde ~1977, muchos trabajos sobre HI en dirección de:
  - Pulsares
  - Glóbulos de Bok
  - Asociaciones OB
  - Cúmulos abiertos
  - Cúmulos globulares
  - Regiones HII
  - Cáscaras y supercáscaras



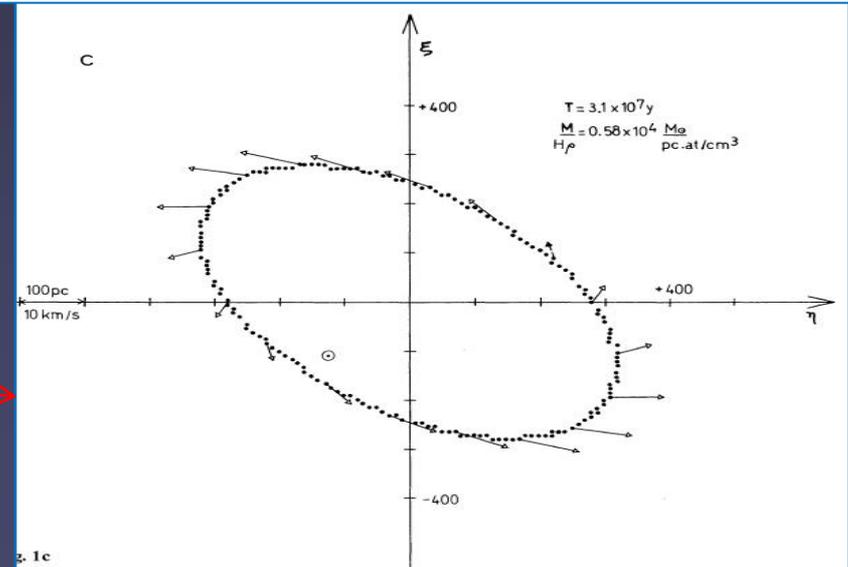
1976

# Línea de HI - Gal



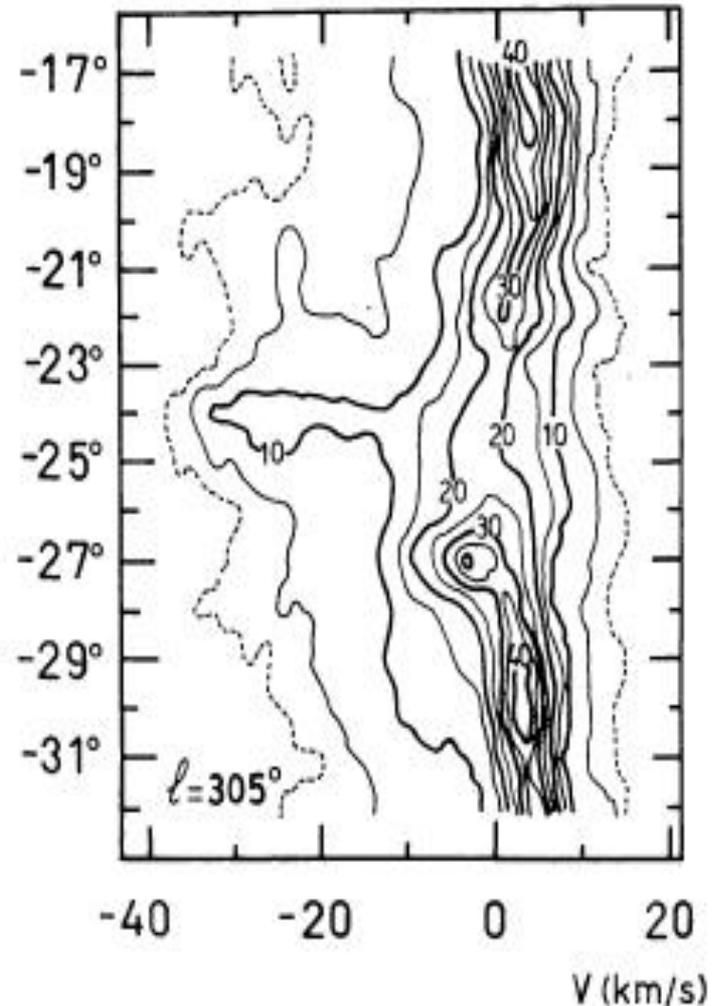
- Cinturón de Gould
- Pöppel + desde 1979
- HI en
  - Regiones HII
  - Asociaciones OB
  - CNM y WNM

- Modelo cinemático del Cinturón de Gould
- (Olano 1982)

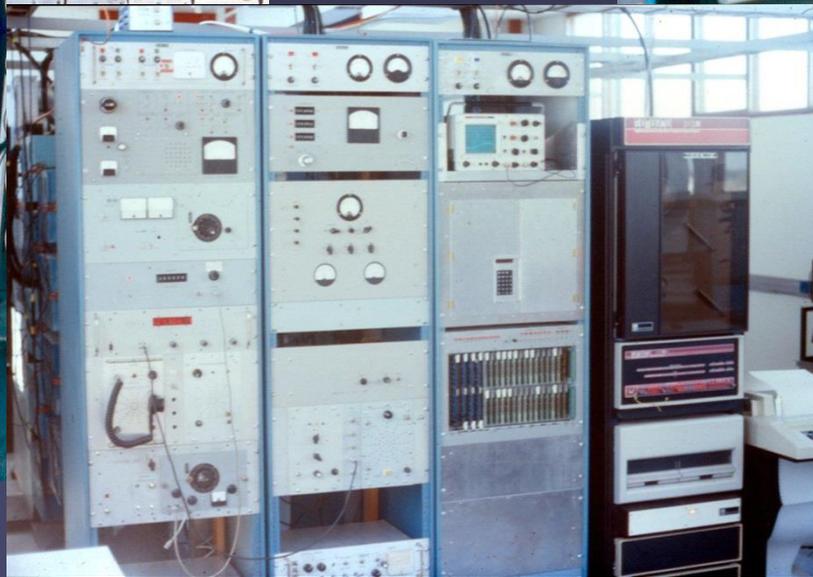
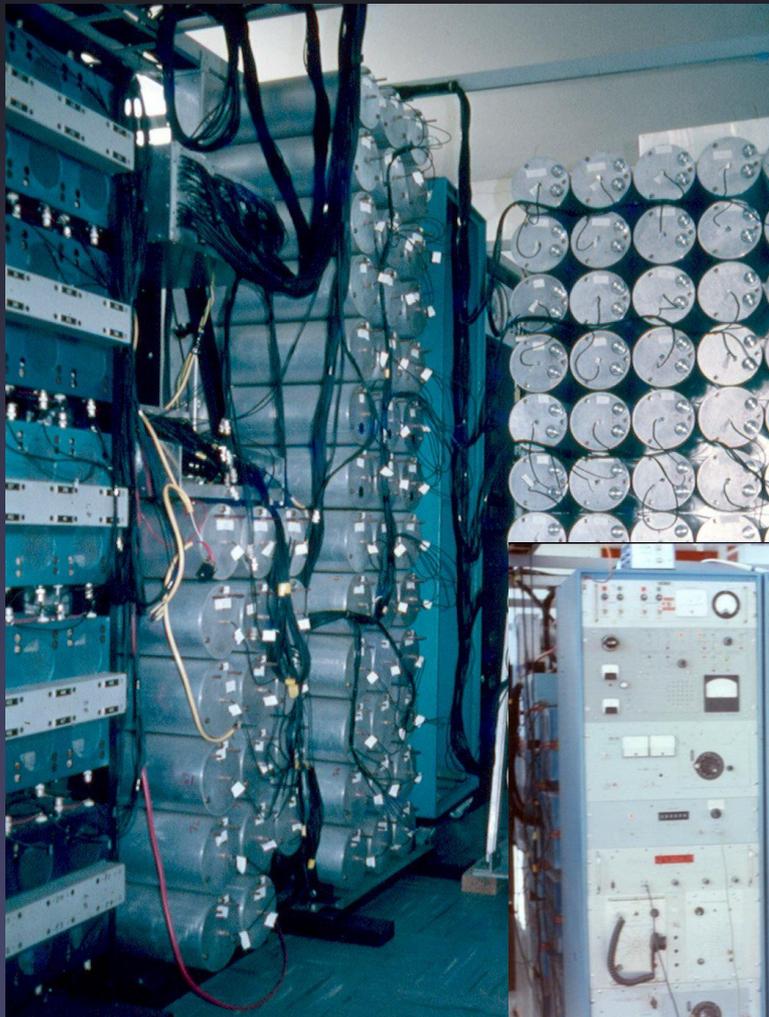


# Línea de HI - Relevamientos

- Desde 1976
- Colomb, Gil, Morras (1976):
  - $290 < l < 314$ ,  $-32 < b < -17$
  - Grilla 1 deg.
- Colomb, Pöppel, Heiles (1977):
  - $B > \pm 10$  deg
  - Dec.  $> -25$  deg.
  - Luego combinado con datos del HN
- Bajaja, Colomb, Morras (1979):
  - $220 < l < 325$ , bajas  $b$
- Olano, Pöppel, Vieira (1981):
  - $320 < l < 350$ ,  $+18 < b < +26$



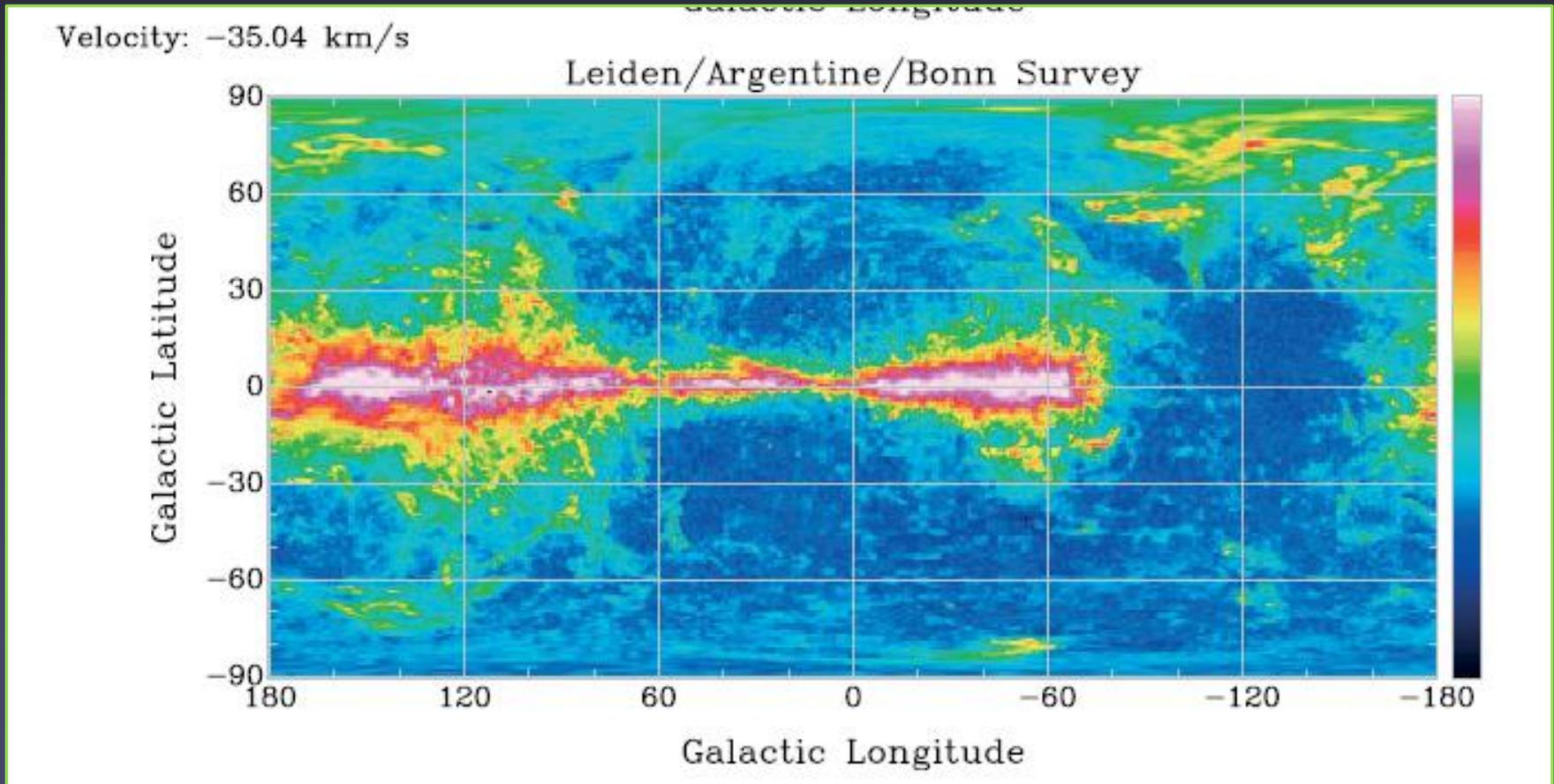
# *Sala de control*



1981

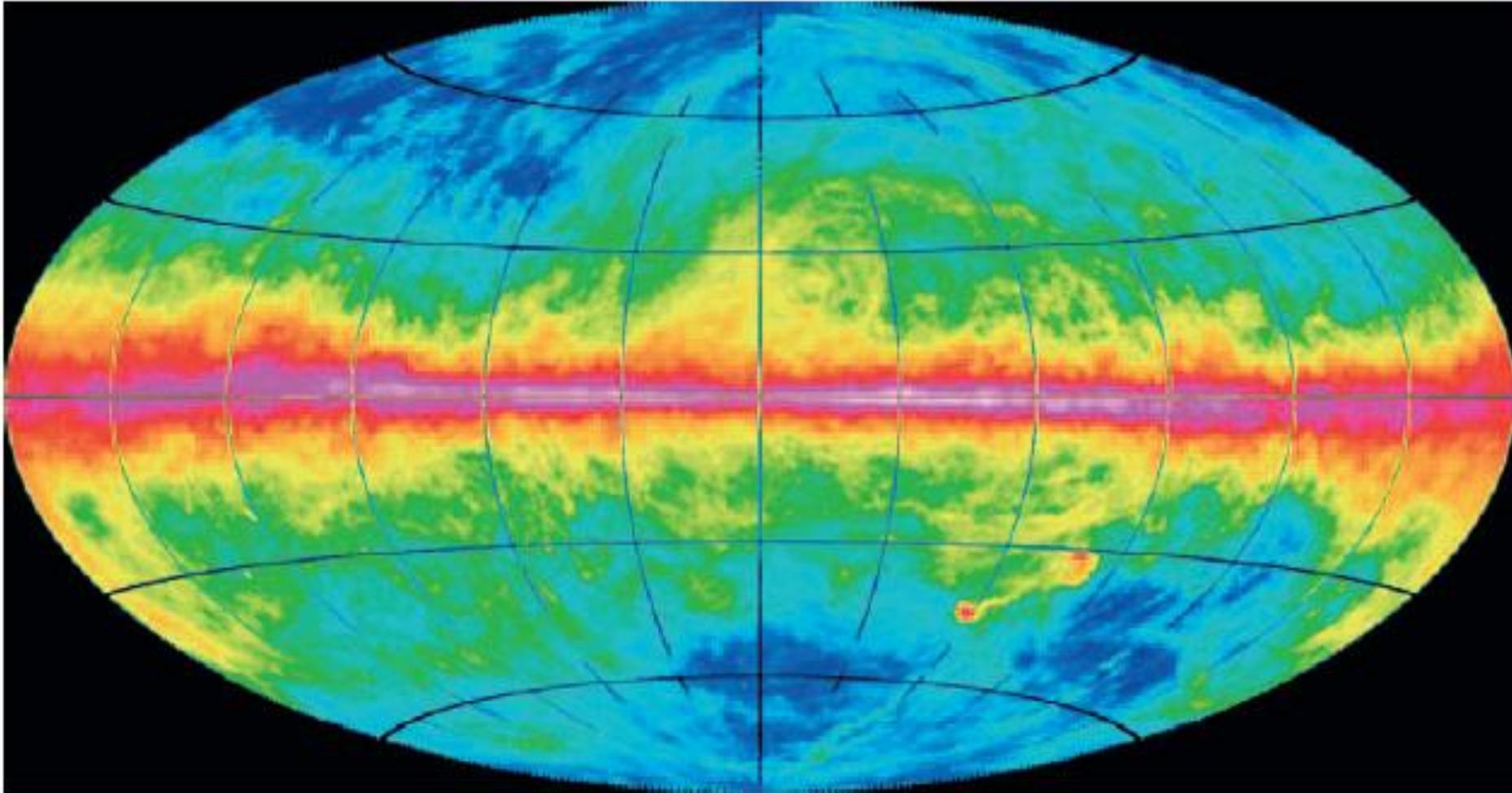
# Línea de HI - Relevamientos

- Leiden/Argentine/Bonn HI survey
- Arnal et al. (2000), Bajaja et al. (2005), Kalberla et al. (2005)
- Autocorrelador 1008 can., -450 a +400 km/s, 1.3 km/s, rms = 70-90 mK
- Corregido por stray radiation 1800 citas



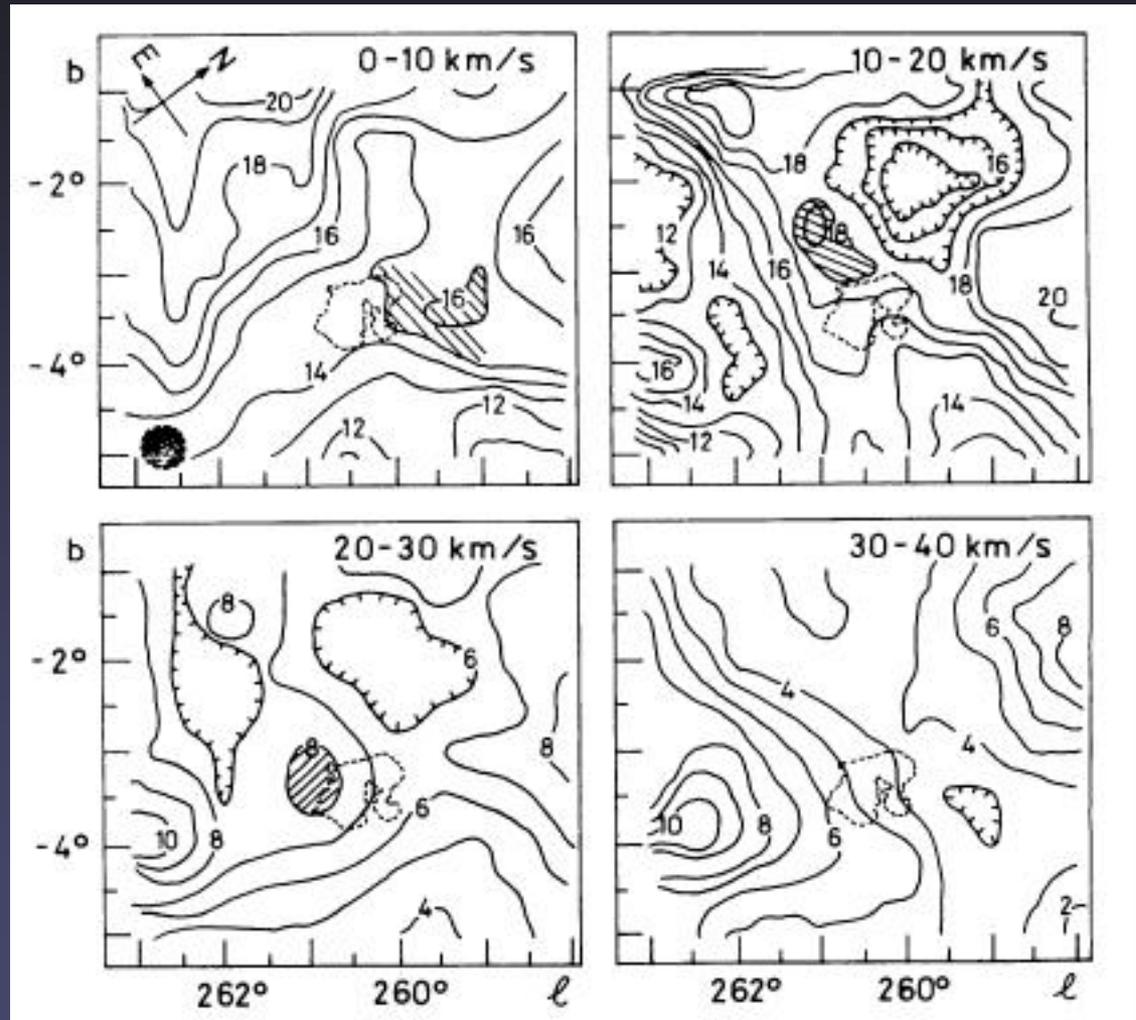
# Línea de HI - Relevamientos

- Leiden/Argentine/Bonn HI survey



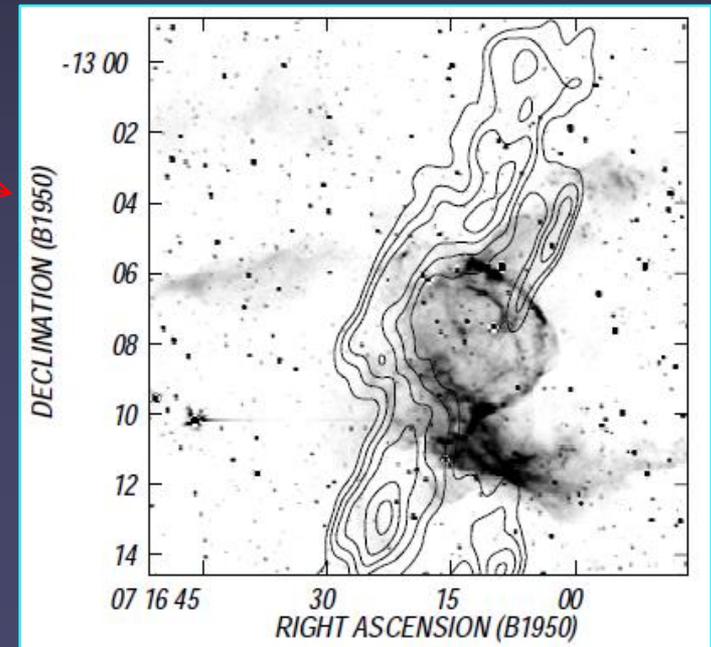
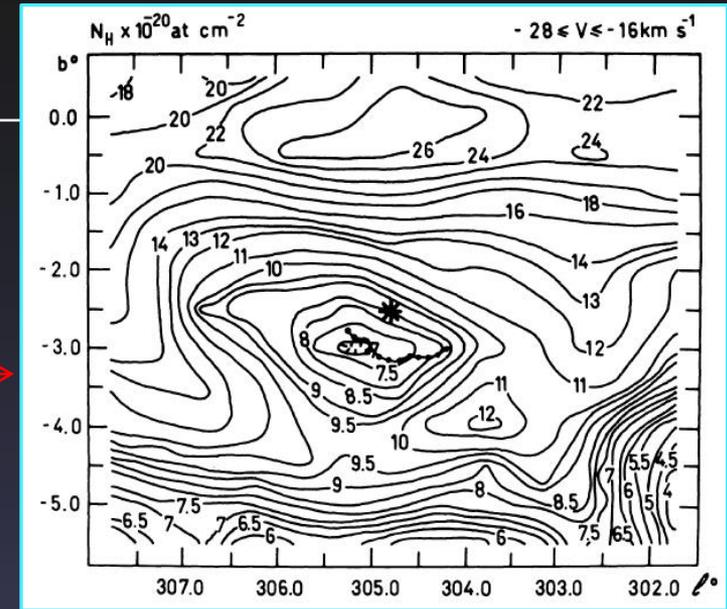
# Línea de HI - Gal

- Remanentes de supernova
- HI en Puppis A
- Dubner + (1988)
- HI + CO



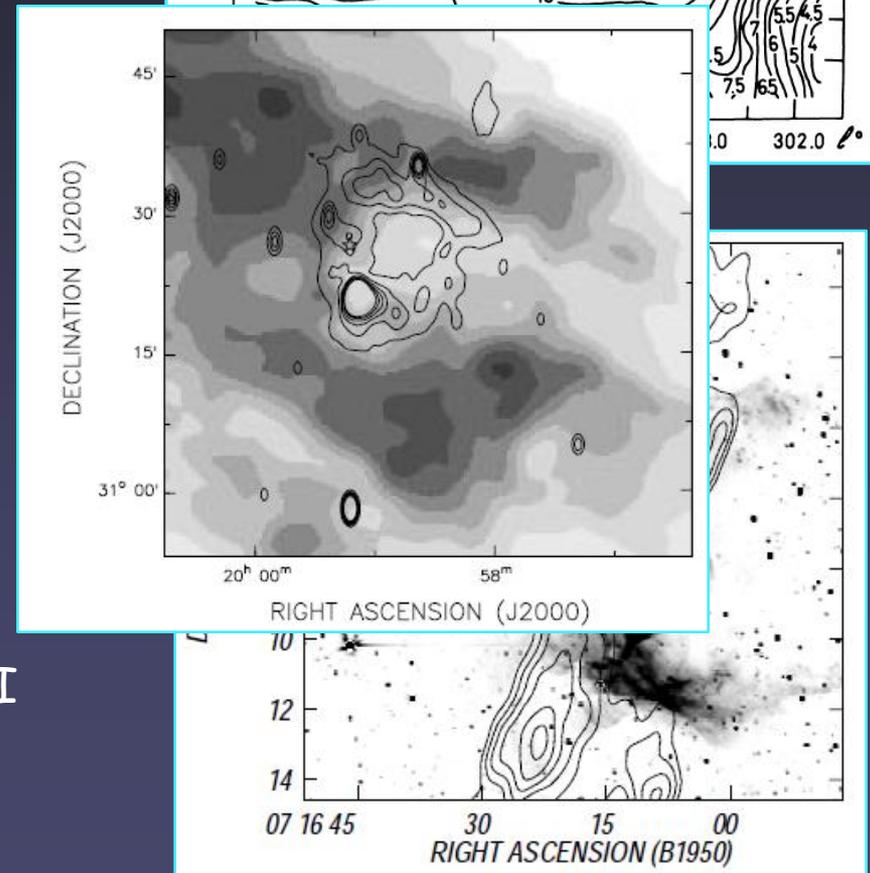
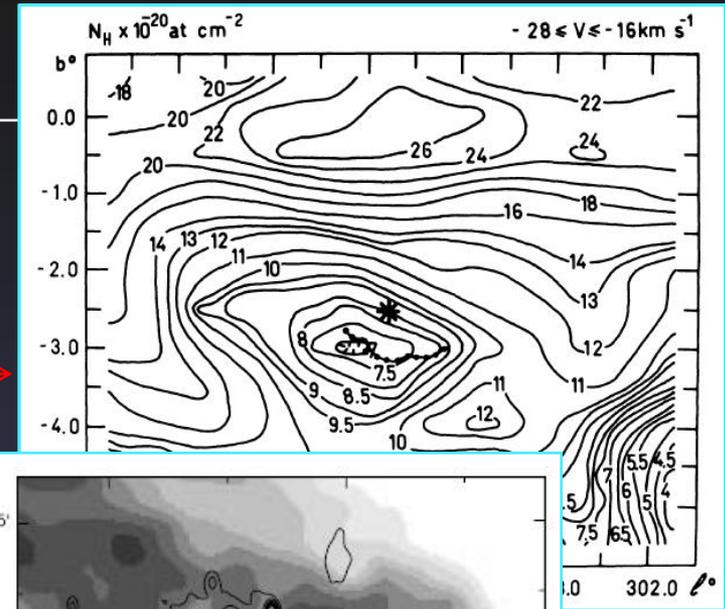
# Línea de HI - Gal

- Burbujas alrededor de estrellas WR
- $\Theta$  Mus, cáscara de HI alrededor de burbuja interestelar,
- Cappa y Niemela (1984)
- Muchos estudios del MIE alrededor de WRs con datos del IAR
- NGC2359 (WR 7): datos de VLA
- Cappa et al. (2000)
- Cichowolski, Arnal ++ (2001), DRAO:
- WR 130, VLA, HI, RRL
- Burbujas alrededor de estrellas O
- Arnal y Van der Bij (1986): cáscara de HI



# Línea de HI - Gal

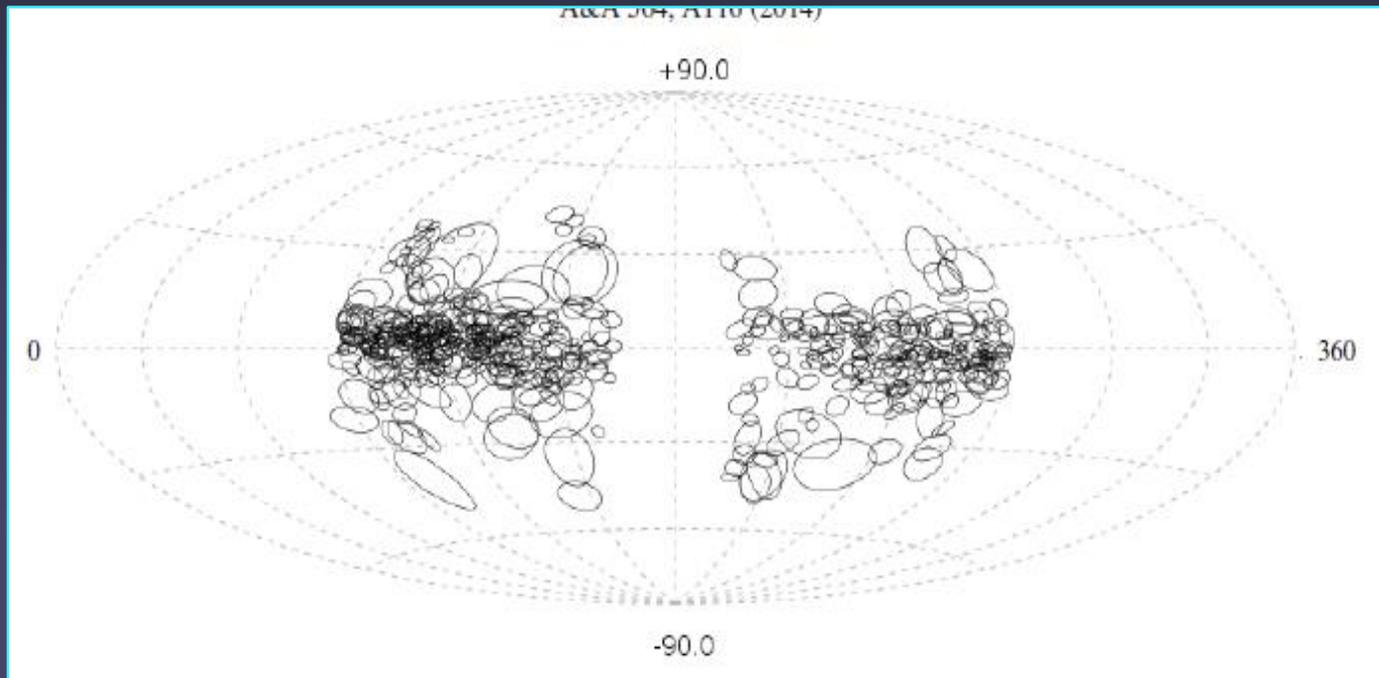
- Burbujas alrededor de estrellas WR
- $\Theta$  Mus, cáscara de HI alrededor de burbuja interestelar,
- Cappa y Niemela (1984)
- Muchos estudios del MIE alrededor de WRs con datos del IAR
- NGC2359 (WR 7): datos de VLA
- Cappa et al. (2000)
- Cichowolski, Arnal ++ (2001), DRAO:
- WR 130, VLA, HI, RRL
- Burbujas alrededor de estrellas O
- Arnal y Van der Bij (1986): cáscara de HI



# Línea de HI - Gal

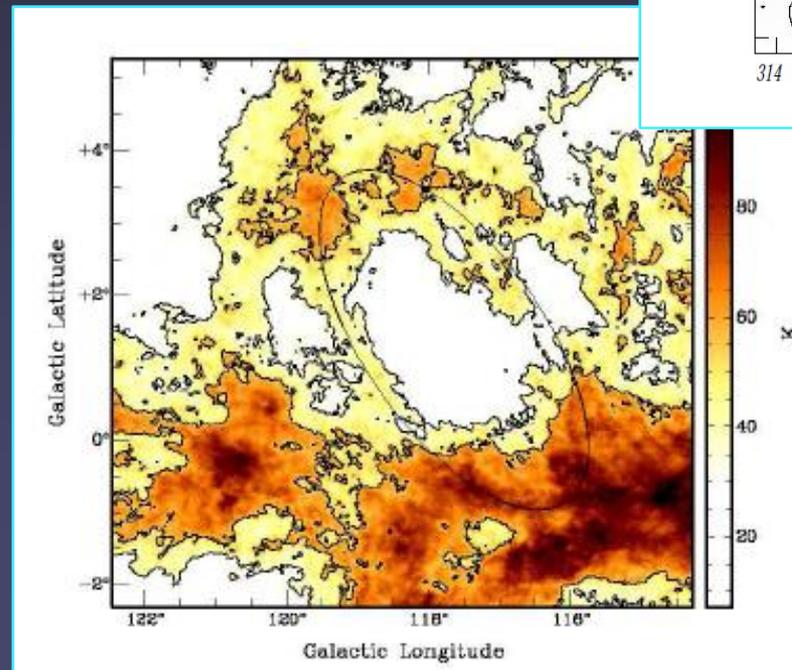
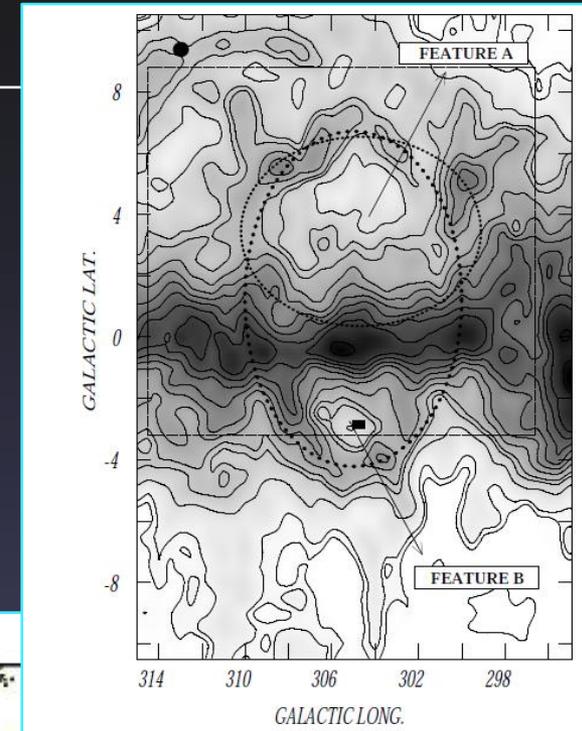
## ➤ Cáscaras y supercáscaras de HI

- Suad, Caiafa, Arnal, Cichowolski (2014):
- Un nuevo catálogo de supercáscaras en la parte externa de la galaxia
- Leiden-Argentine-Bonn Survey (LAB)
- 566 supercáscaras en cuad II y III, radios  $\sim 160$  pc



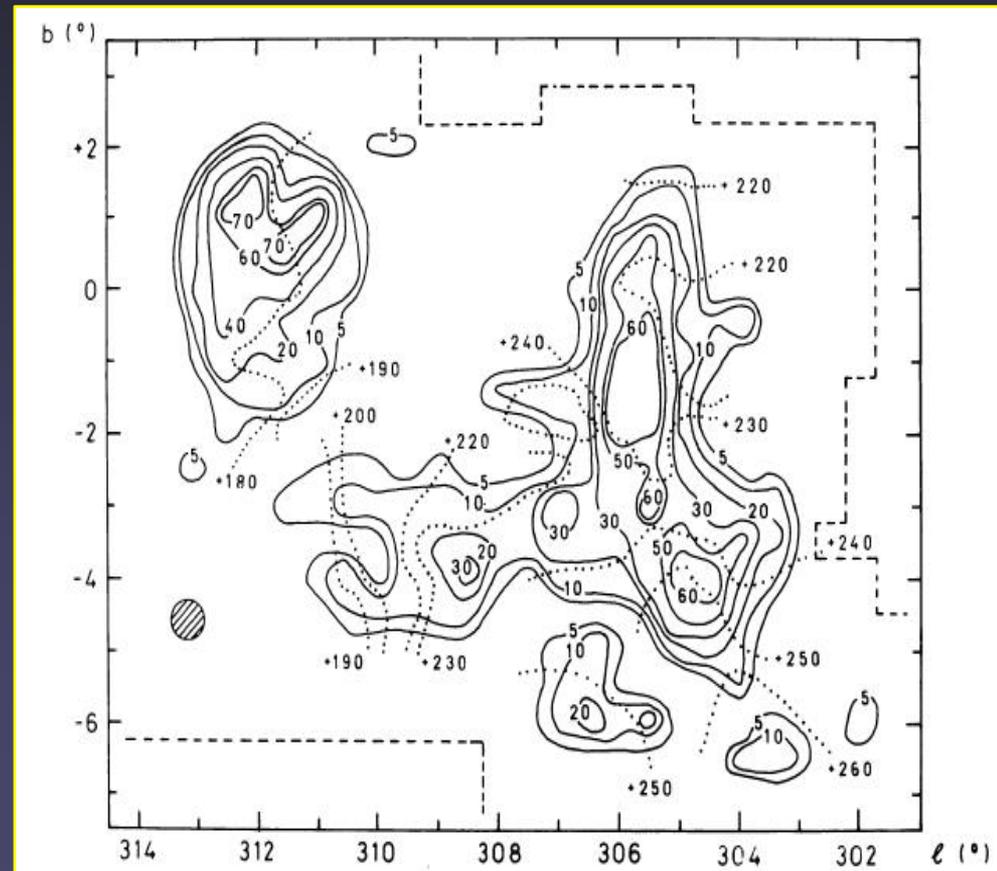
# Línea de HI - Gal

- Cáscaras y supercáscaras de HI
- HI GS305+4-26, LAB
- Corti, Arnal, Orellana (2013)
- GS 118+0.1-44
- Suad ++ (2016)
- HI + CO + asoc OB
- Datos de relevamientos
  - DRAO, FCRAO



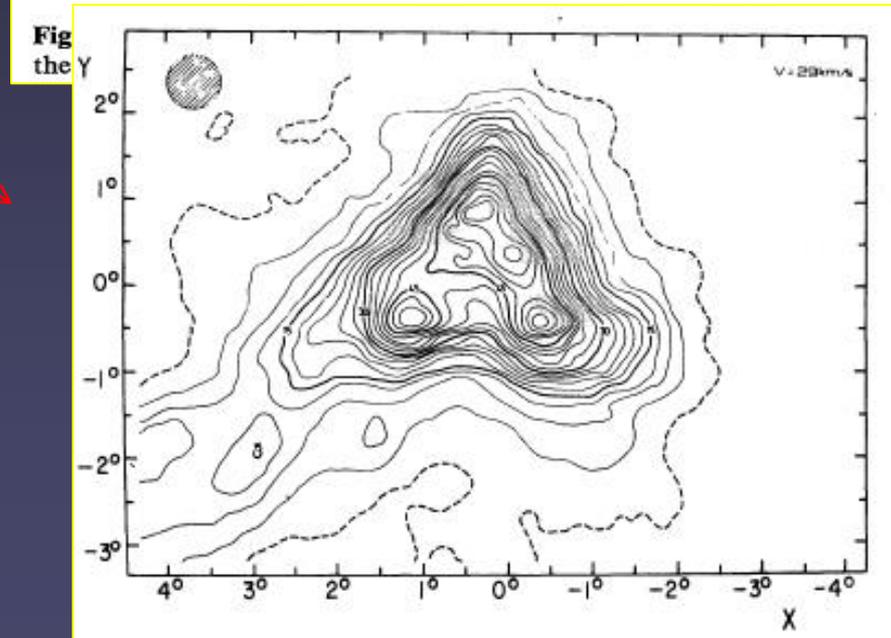
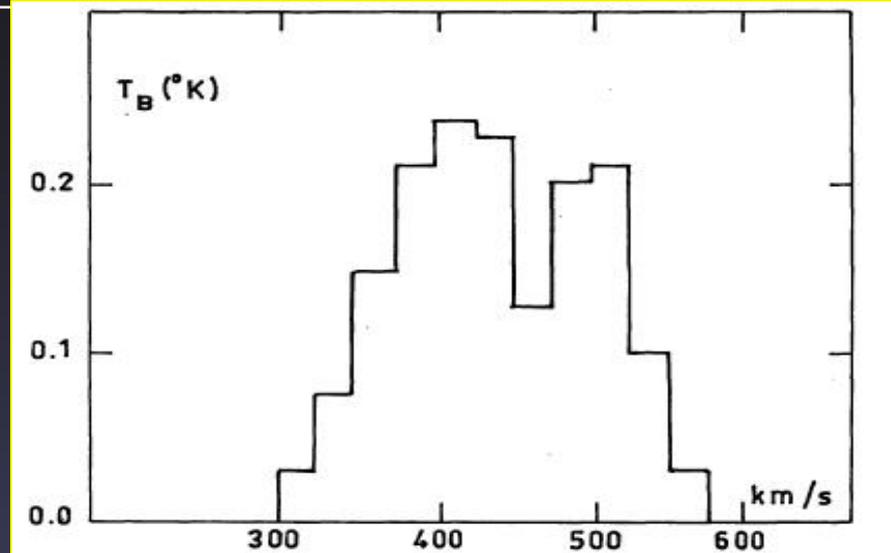
# Línea de HI - HVC

- Nube de velocidad intermedia, Mirabel (1971)
- Relevamiento de Nubes de Alta Velocidad
- Bajaja et al. (1985)
- $DV = 16 \text{ km/s}$ ,  $T_{\text{sys}} = 83 \text{ K}$
- 742 detecciones
- Bajaja et al. (1989)
- Estudio de algunos complejos
- $DV = 2.1 \text{ km/s}$
- Bajaja et al. (2000)
- Nuevo relevamiento de HVC, LAB
- 7000 detecciones
- **Otros trabajos sobre HVC**



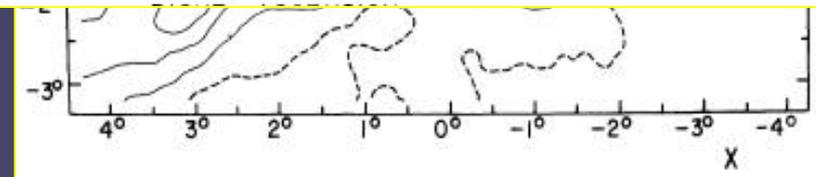
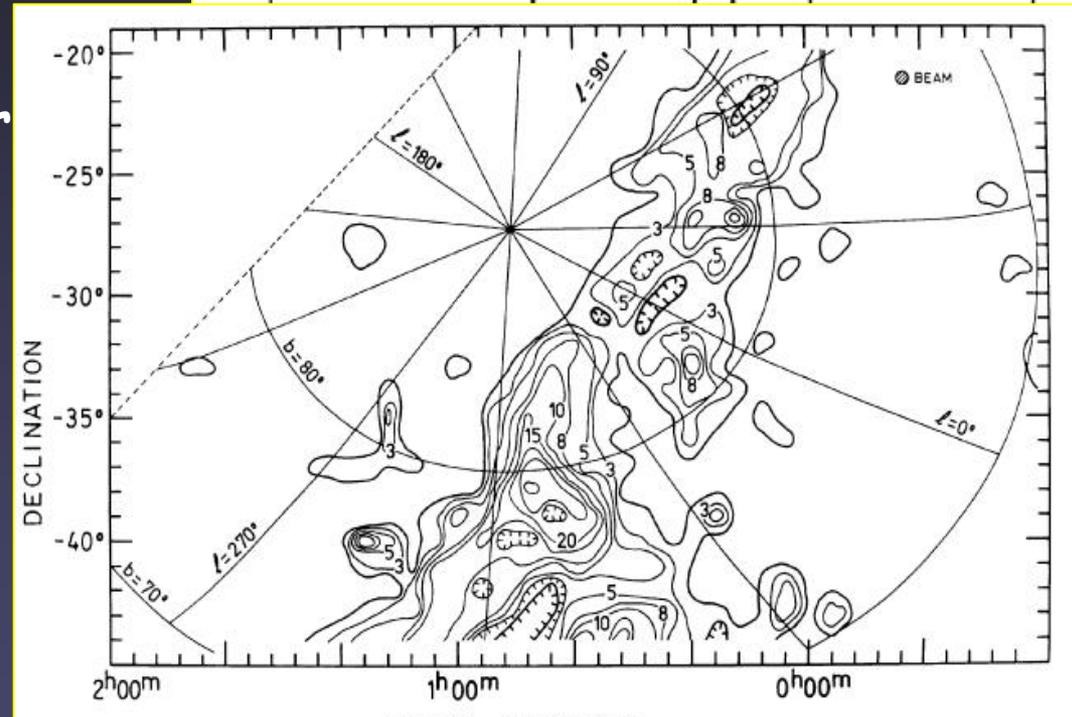
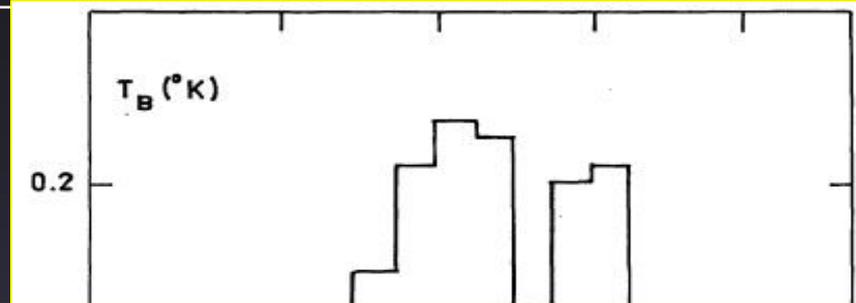
# Línea de HI - Extragaláctico

- NGC2915
- Sérsic, Bajaja, Colomb (1977)
- $T = 2 \text{ hs}$
- Loiseau y Bajaja (1981)
- Relevamiento de la Nube Menor de Magallanes
- Corriente Magallánica
- Morras (1985)
- Observad con filtros anchos y angostos
- Observaciones de galaxias australes
- C. Martìn y Bajaja



# Línea de HI - Extragaláctico

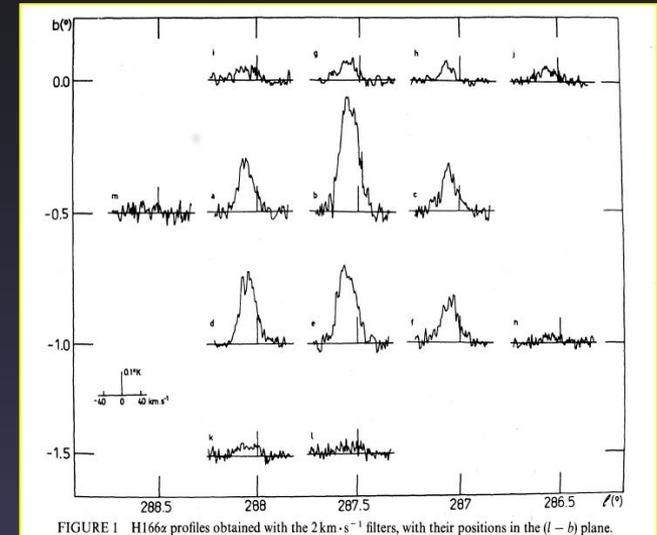
- NGC2915
- Sérsic, Bajaja, Colomb (1977)
- $T = 2 \text{ hs}$
- Loiseau y Bajaja (1981)
- Relevamiento de la Nube Menor Magallanes
- Corriente Magallánica
- Morras (1985)
- con filtros anchos y angostos
- Observaciones de galaxias australes
- C. Martìn y Bajaja
- Perfiles integrados



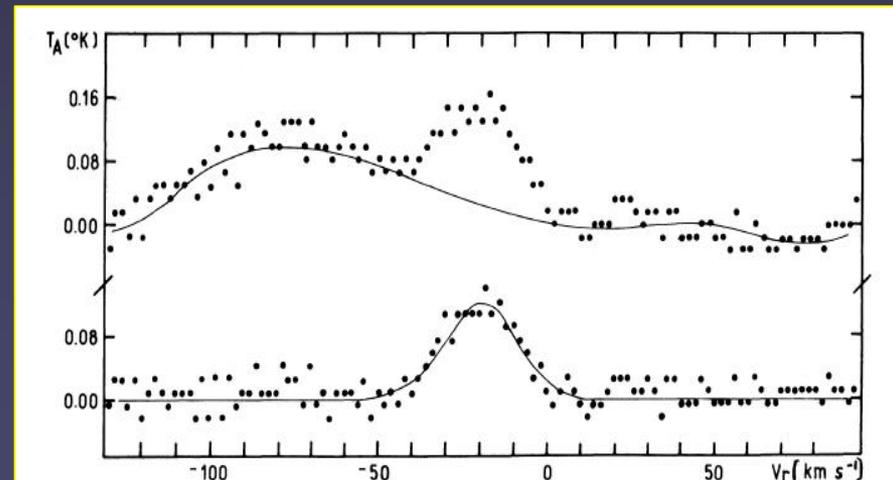
# Líneas de recombinación

- Primer detección de RRL H166 $\alpha$ :
  - Carina I y II,
  - $\tau = 2$ hs:
  - Mirabel y Acero (1975), BAAA
- Numerosos trabajos a partir de 1981:
- Azcarate, Cersósimo y Colomb
- 1981, 1984: Carina nebula:
  - $286 < l < 289$ ,  $-2 < b + 1$ ; Calculan  $T_e$
  - 84 filtros, 75 Khz c/u + filtros angostos;  $\varphi = 34'$ ; rms = 25 mK
- 1982: región del cúmulo central de Ara OB1

Ara OB1



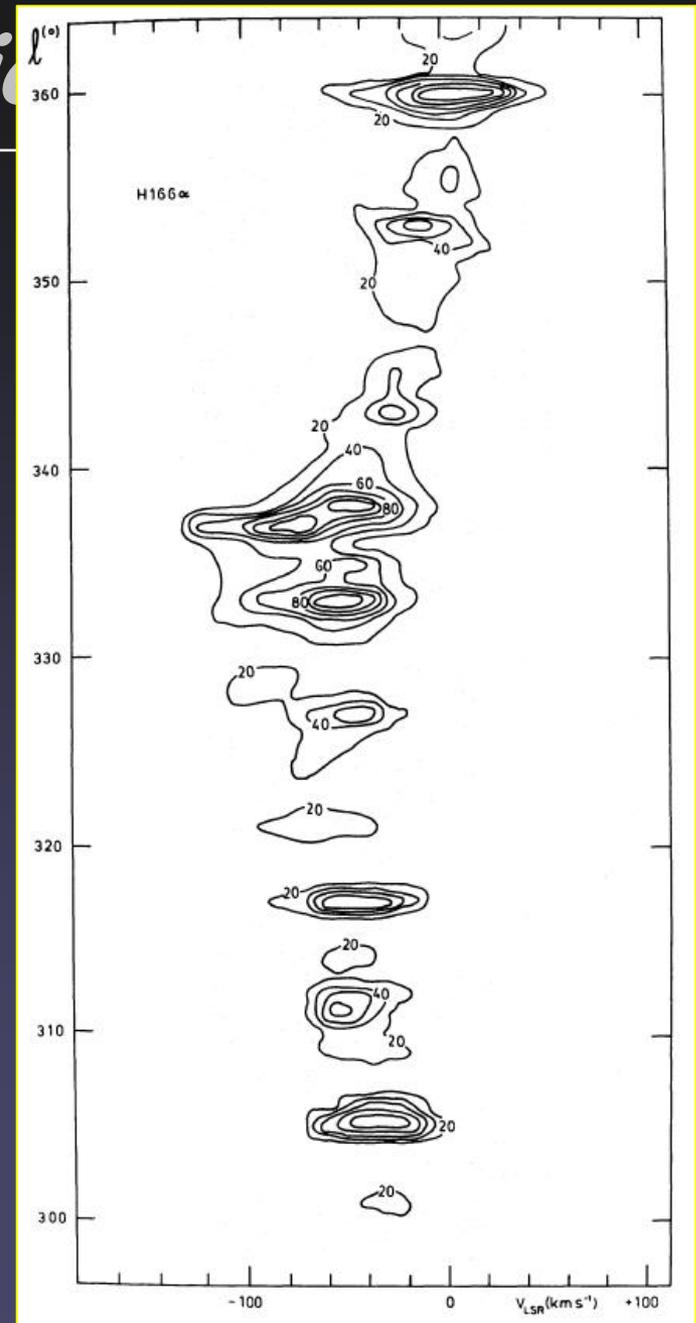
Carina



# Líneas de recombinación

- **1984: Relevamiento H166 $\alpha$ :**
- Azcàrate, Cersòsimo, Colomb
  - $297 < l < 4, -1 < b < +1, \text{rms} = 7 \text{ mK}$
  - Banco de filtros anchos
- **1989: Con mejores datos, en colaboración con L. Hart,**
  - $T_{\text{sys}} = 84 \text{ K}$
  - Estudios del warp de la Galaxia

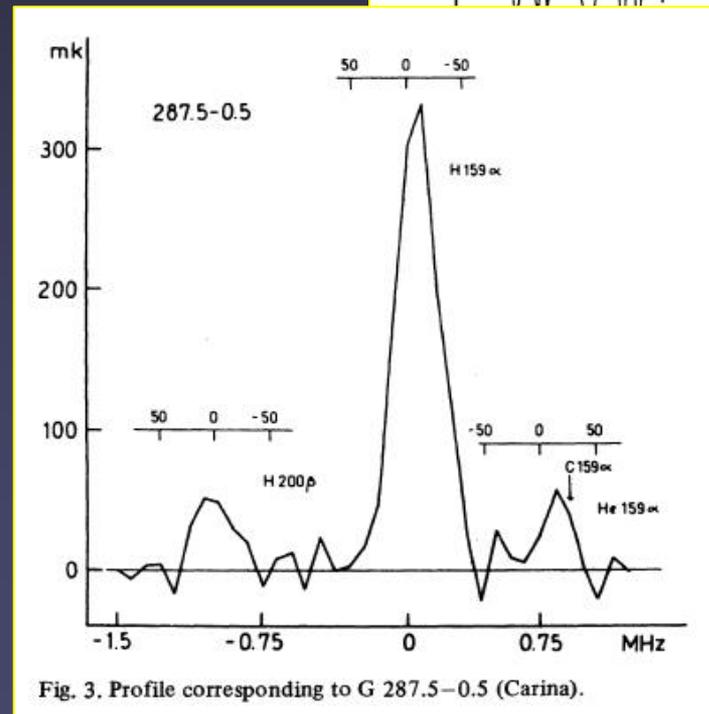
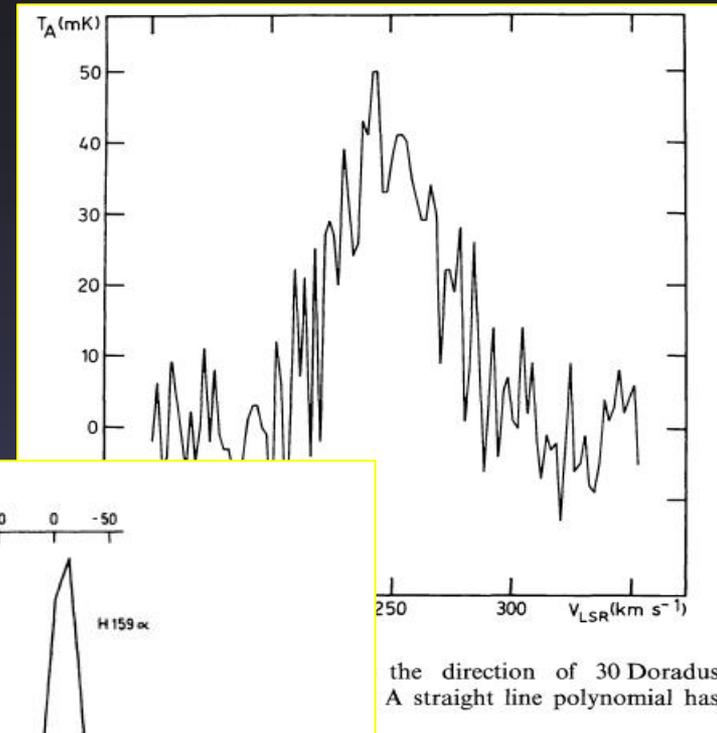
Relevamiento  
1989 AA 208



# Líneas de recombinación

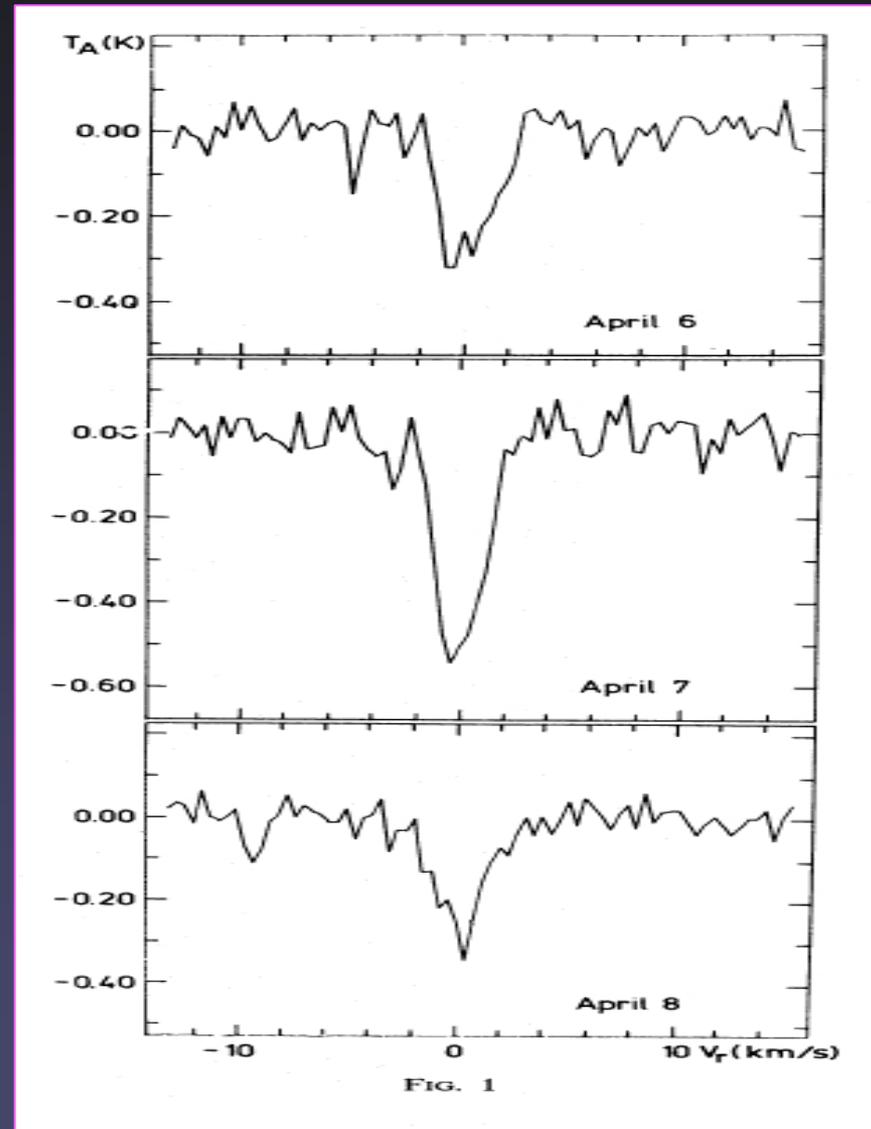
- 1984: 30 Doradus nebula
- Cersósimo y Loiseau
- Detección de H $200\beta$ , H $159\alpha$
- Azcárate, Cersósimo y Colomb (1989)

- Estudios con NRAO, Arecibo (Cersósimo + Magnani),
- VLA (Onello, Benaglia + 1994, Cichowolski + Arnal (2001)



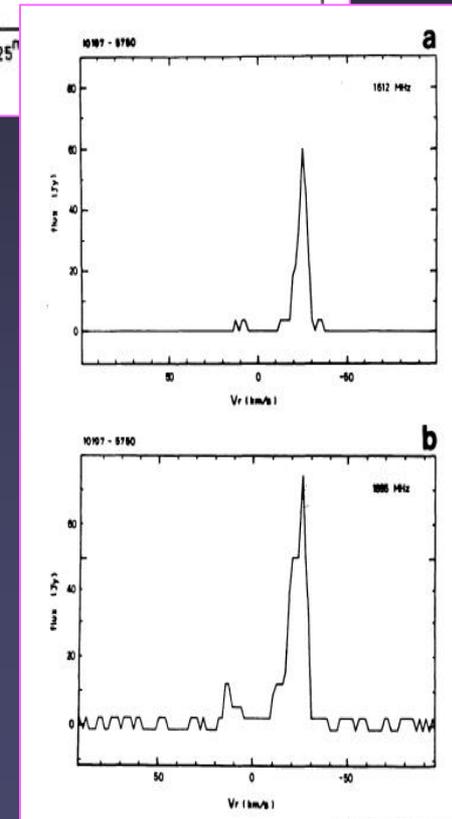
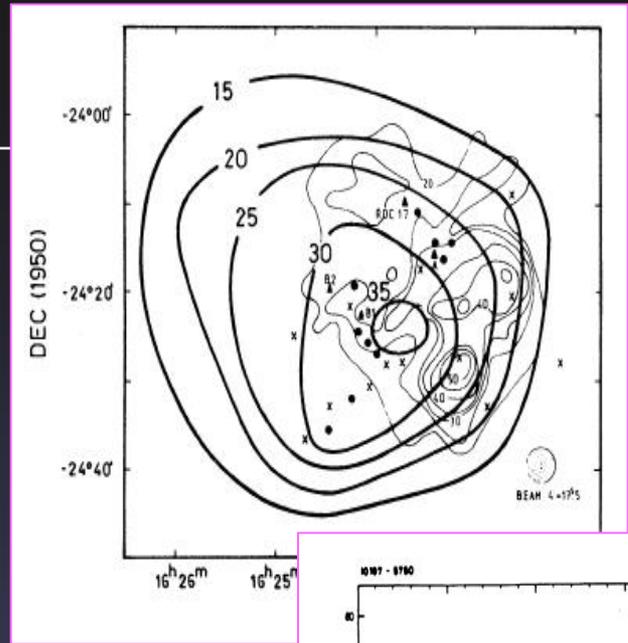
# Líneas moleculares

- Cometa Halley, IHW
- Bajaja + 9 (1987):
- OH 1667 MHz, del 7-Feb al 30-Apr
- Detectado OH de la coma en abs.
- Cantidad de OH, tasa de producción
- Filtros de cristal: 0.4 km/s
- Bajaja + 11 (1987):
- Contenido de OH día por día
- Comparación con datos teóricos



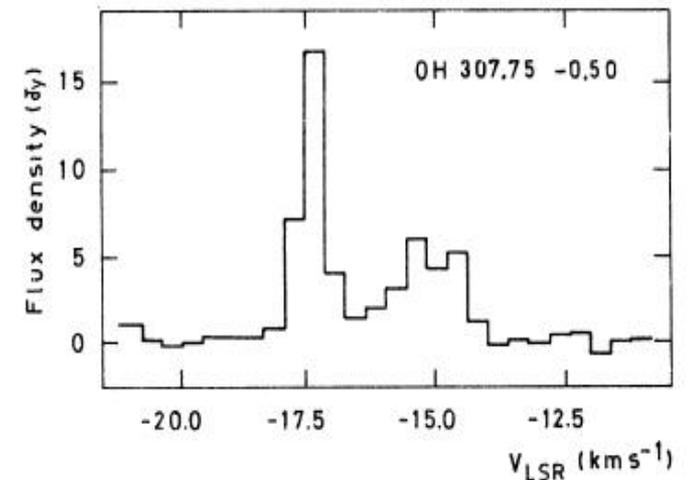
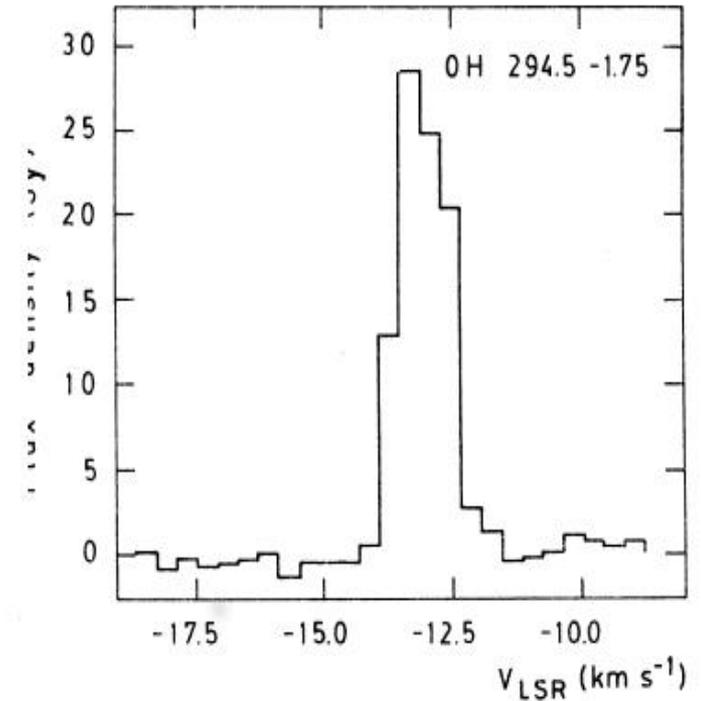
# Líneas moleculares

- Poppel & Scalise (1989):
- Máseres de H<sub>2</sub>O y línea de OH (1665 y 1667 MHz) hacia nube  $\rho$  Oph. Detectan OH.
- $T_{\text{sys}} = 93$  K
- $DV = 1.7$  y  $0.4$  km/s
  
- OH hacia nube oscura de Cr A
- Cappa & Pöppel (1991)
  
- Silva + Pöppel + (1993):
- OH hacia envolturas frías, fuentes IRAS
- 1665, 1667, 1612 MHz
  - 53 objetos, detectan 25%
  - En emisión o absorción
  - Banco de filtros angostos y cristal



# Líneas moleculares

- Arnal, Bajaja, Morras & Pöppel (1990)
  - Relevamiento de Maseres en OH 1665 MHz
    - Detección de nuevos máseres







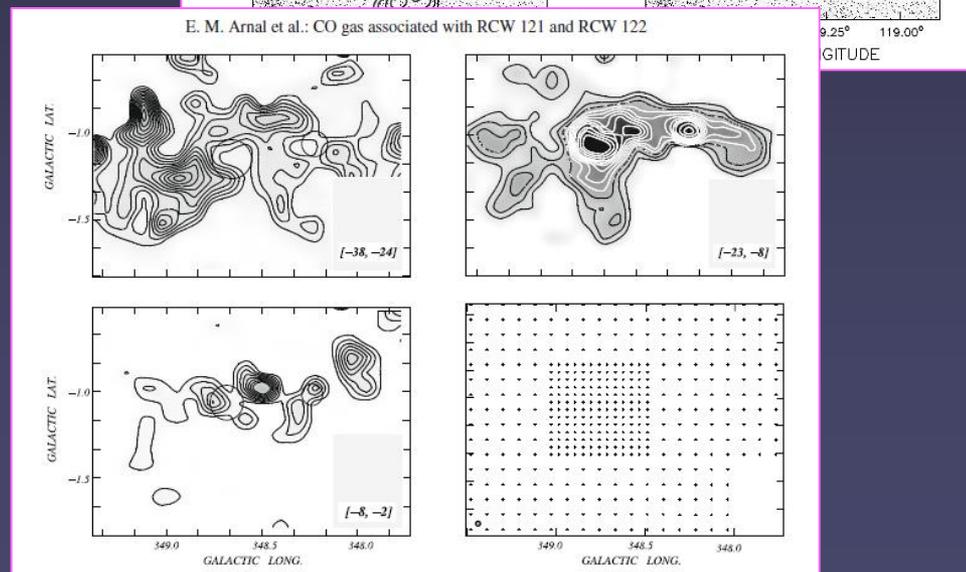
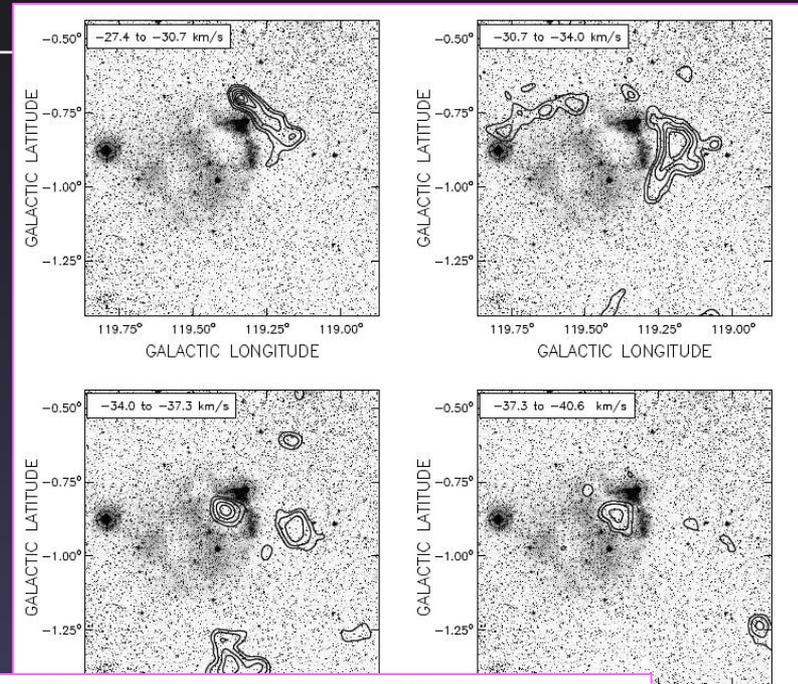
# Líneas moleculares

- Sh2-173, CO + formación estelar
- FCRAO
- Cichowolski, Gisela Romero, Ortega, Cappa, Vasquez (2009)

- CO(1-0) RCW121, 122
- Arnal, Duronea, Testori (2008)

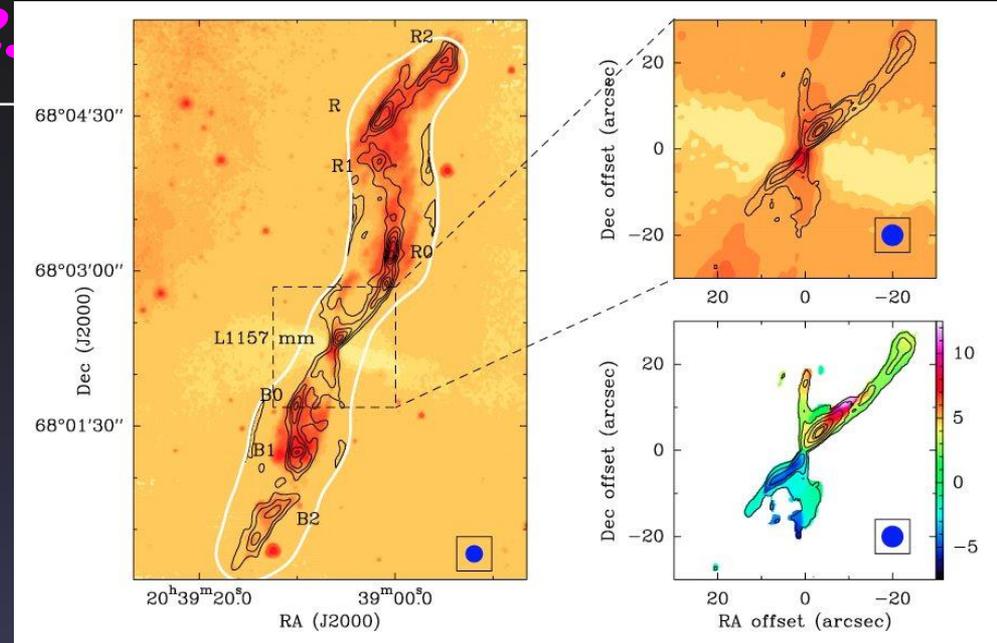
NANTEN:

- Cichowolski, Suad, Arnal (2015)
- CO hacia WR 130 (FCRAO)

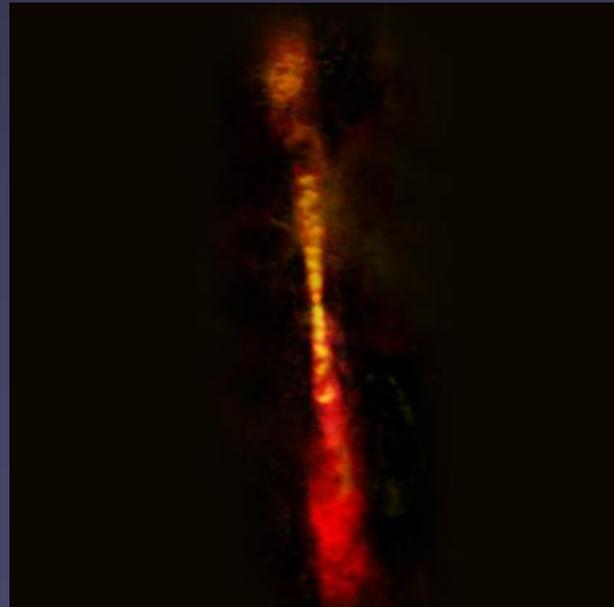


# Líneas moleculares

- Jets bipolares en objeto Clase 0
- Kwon, Fernández-López + (2015)
- CO(2-1), CARMA

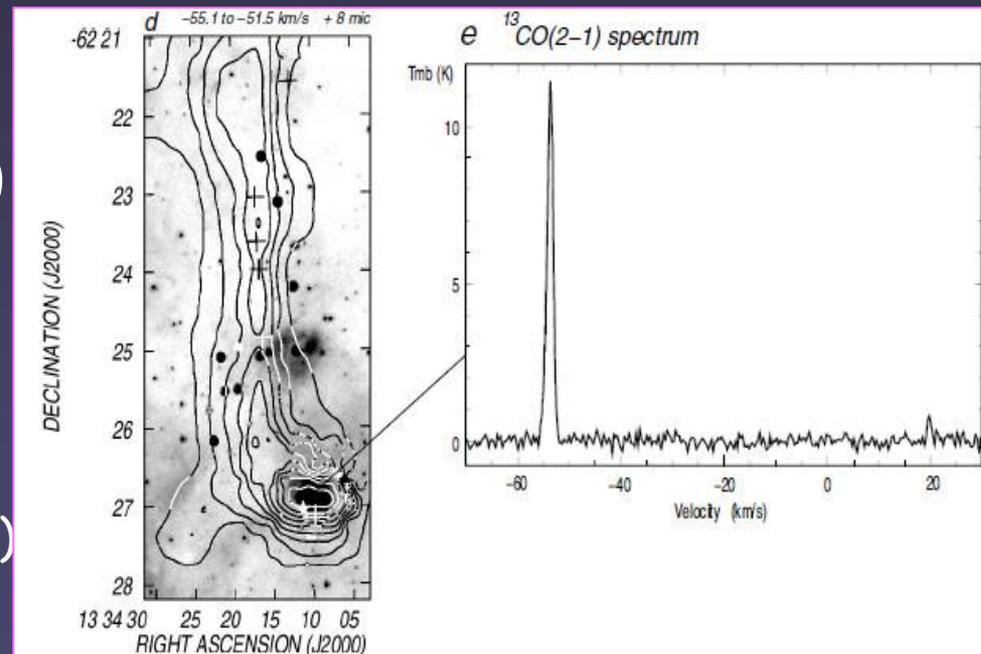
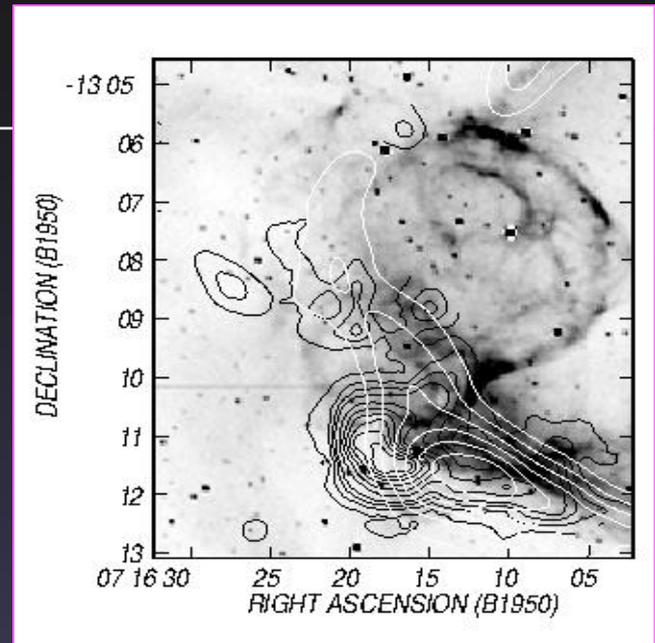


- Jet bipolar episódico Clase 0
- Plunkett, Fernández-López + (2015)



# Líneas moleculares

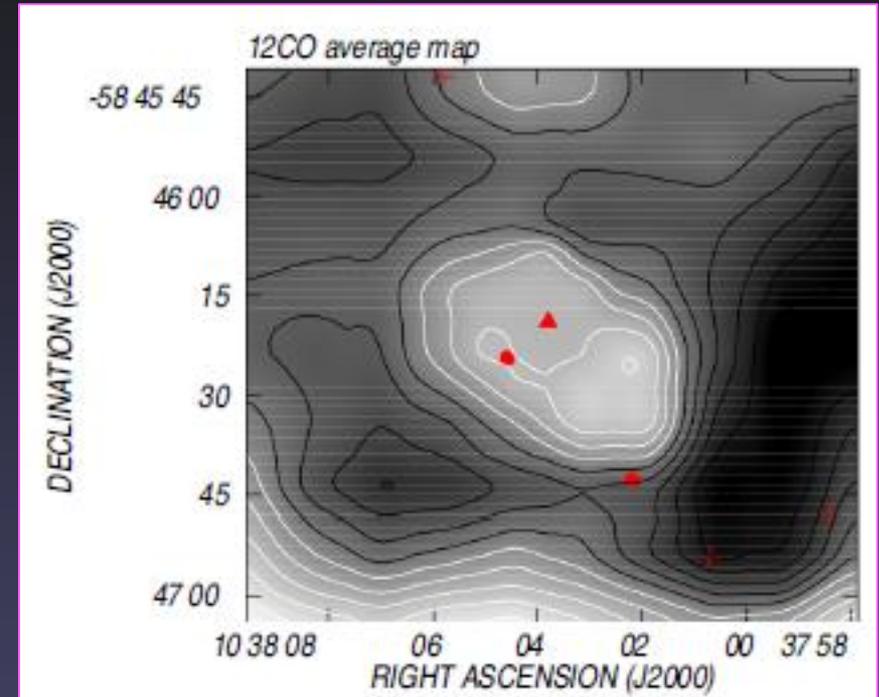
- Burbujas interestelares y regiones HII
- NGC 2359
- Cappa +++ (2001), SEST:
- CO(2-1),  $^{13}\text{CO}(2-1)$
- Grupo de estrellas masivas y medio interestelar (GEMMI)
- CO + IR + YSOs,
- RCW 78 , WR55,
- APEX, Herschel, etc
- Cappa + Duronea, Firpo (2014)



# Líneas moleculares

## GEMMI

- Vazzano et al. (2014), APEX
- **IRAS10361-5830**
- Región de formación estelar en Gum 31
- CO(3-2), 12CO(3-2), C18O (3-2)

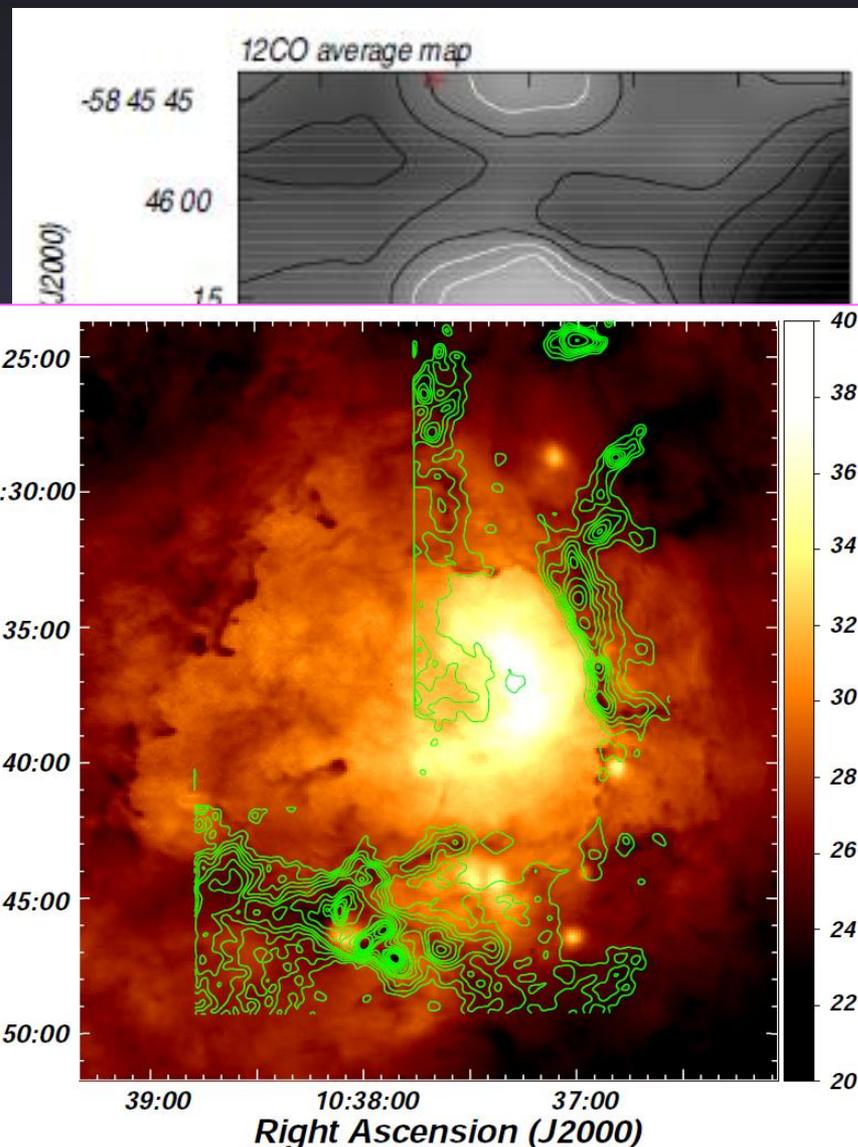


- Duronea et al. (2015), APEX
- Gum 31 en 870  $\mu$ m, IR, YSOs

# Líneas moleculares

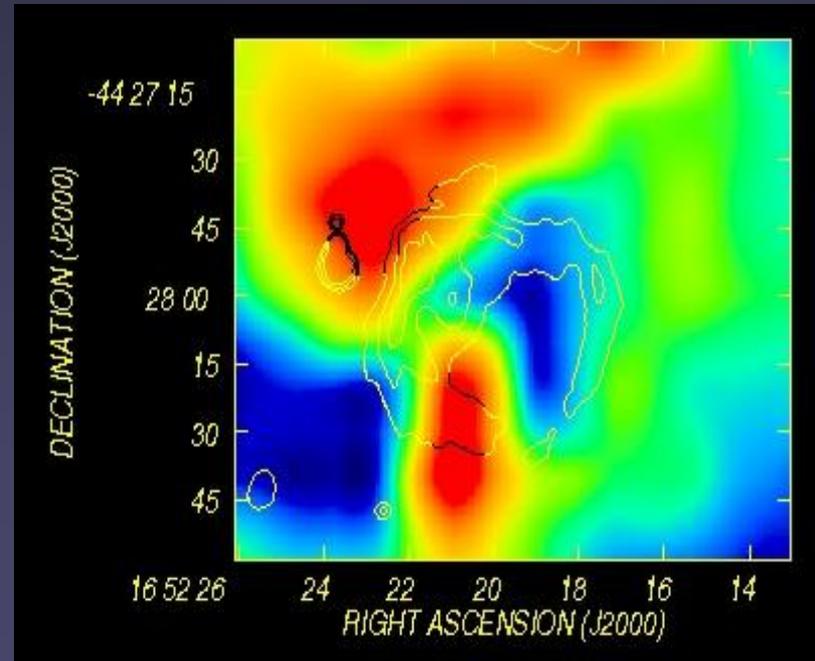
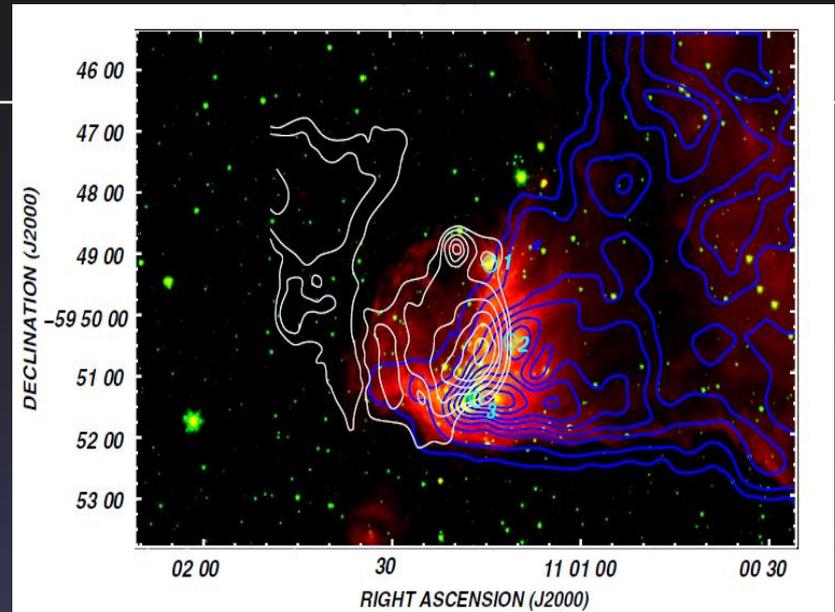
- Vazzano et al. (2014), APEX
- **IRAS10361-5830**
- Región de formación estelar en Gum 31
- (CO(3-2))

- Duronea et al. (2015), APEX
- Gum 31 en  $870 \mu$ , IR, YSOs



# Líneas moleculares

- **NGC 3502**
- APEX, líneas de CO, HCN(3-2)
- Duronea Vasquez, G.A. Romero, M. Rubio (2014)
  
- **Burbuja IR S24**
- CO (APEX) + IR + Formación estelar
- Cappa, Duronea, Rubio Vasquez +++ (2016)
  
- **Burbuja IR S21**
  
- **Muchos otros trabajos...**



# *Líneas moleculares*

---

*Futuro:*

**LLAMA**