

## PRESENTACIÓN ORAL

### **Alto Chorrillo: otra alternativa para instalar una antena para ondas milimétricas y submilimétricas en Argentina**

F. A. Bareilles<sup>1,2</sup>, R. Morras<sup>1,2</sup>, F. P. Hauscarriaga<sup>1</sup>, J. C. Olalde<sup>1</sup>,  
L. Guarrera<sup>1</sup> & E. M. Arnal<sup>1,2</sup>

(1) *Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR-CONICET)*

(2) *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - UNLP*

**Abstract.** We present preliminary data of atmospheric opacity at 210 GHz obtained between July 2009 and August 2010 at “Alto Chorrillo”, a place near San Antonio de los Cobres, in the province of *Salta* at 4800 m above sea level. The data is compared with those obtained in the previous campaign conducted in Tolar Grande (also in *Salta*). Alto Chorrillo has a baseline larger than 130 km (E-W) regarding to **ALMA**, making it a good candidate to install a radio astronomy facility that can operate in VLBI mode with **ALMA**.

**Resumen.** Presentamos datos preliminares de opacidad atmosférica en la frecuencia de 210 GHz obtenidos entre julio de 2009 y agosto de 2010 en *Alto Chorrillo*, un sitio cercano a la localidad de *San Antonio de los Cobres*, provincia de *Salta*, ubicado a 4800 m sobre el nivel del mar. Se comparan estos datos con los obtenidos en la campaña previa realizada en *Tolar Grande (Salta)*. *Alto Chorrillo* posee una línea de base de unos 130 km (E-O) con respecto a **ALMA**, lo que lo hace un buen candidato para instalar una facilidad radioastronómica que pueda operar en modo VLBI con **ALMA**.

## 1. Introducción

Desde las frecuencias de microondas hasta el infrarrojo, la opacidad del cielo está dominada por la cantidad de oxígeno y vapor de agua presentes en la atmósfera. La cantidad de oxígeno es aproximadamente constante, mientras que la de vapor de agua varía en el tiempo. A la frecuencia de 210 GHz la opacidad es dominada por el vapor de agua; esto nos permite convertir la opacidad al cenit directamente a contenido de vapor de agua precipitable (*PWV*).

## 2. Sitios

Durante los últimos seis años el Instituto Argentino de Radioastronomía (**IAR**) ha realizado una serie de campañas de monitoreo de transparencia atmosférica en el Noroeste de Argentina (**NOA**) (provincias de *Salta* y *Jujuy*), con el fin de seleccionar sitios adecuados para la instalación de instrumentos radioastronómi-

cos que pudieran operar a longitudes de onda de pocos milímetros o de fracción de milímetro.

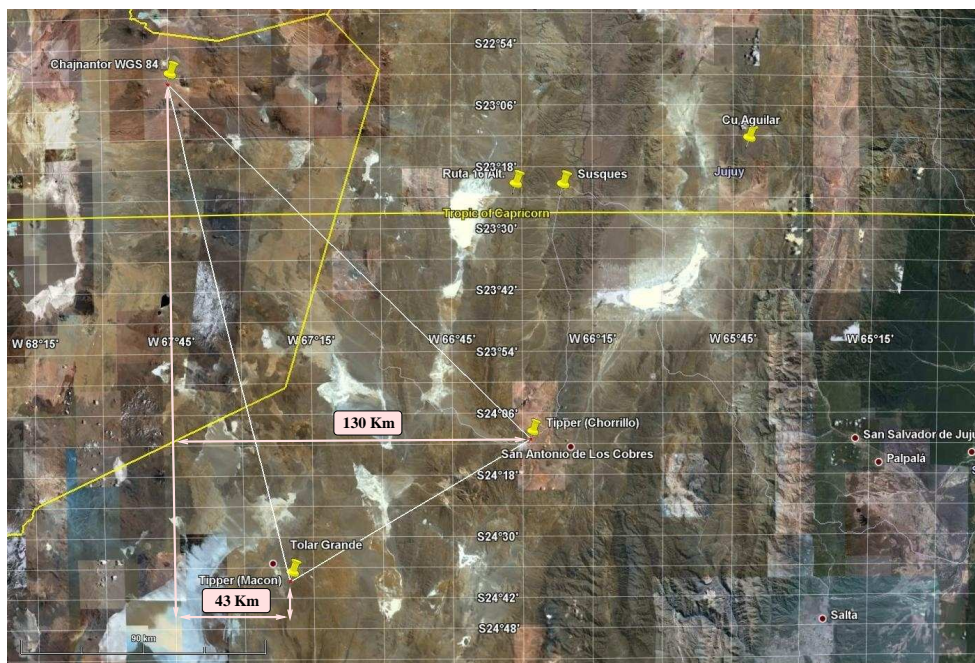


Figura 1. Mapa parcial del Noroeste Argentino (NOA) - sitios evaluados.

El primer sitio del **NOA** estudiado se encuentra cercano a la localidad de *Tolar Grande*, sobre el cordón del *Macón*. Allí se obtuvieron datos en forma sistemática durante 5 años. Este sitio se encuentra a una distancia de 187 km de la región donde operarán los telescopios del interferómetro **ALMA**. La línea de base en la dirección Este-Oeste entre ambos sitios es de 43 km (Figura 1). Los resultados fueron presentados por Bareilles et al. (2005, 2007) y Recabarren et al. (2006).

Con el objeto de encontrar nuevos sitios potenciales aptos para realizar astronomía en los rangos milimétricos y submilimétricos del espectro electromagnético, que posean una línea de base en la dirección Este-Oeste respecto de **ALMA** superior a los 120 km; se realizó a principios del año 2009 una nueva búsqueda de sitios, estudiándose las potencialidades de dos regiones de la Puna en la provincia de *Jujuy* (*Susques* y *Mina Aguilar*) y un tercero también en la Puna, en la región de *Alto Chorrillo*, cercano a la localidad de *San Antonio de los Cobres* (*SAC*), en la provincia de *Salta*. Todos ellos están a alturas superiores a los 4500 metros sobre el nivel del mar (msnm). Entre estos sitios, *Alto Chorrillo* fue elegido para realizar una nueva campaña de mediciones de opacidad atmosférica debido a las siguientes razones: a) se encuentra a una altura de 4830 msnm; b) la línea de base con respecto a los telescopios de **ALMA** es de 130 km; c) posee cierta infraestructura cercana (Figura 1).

En el mes de julio de 2009, el radiómetro utilizado para medir opacidad atmosférica (*Tipper*), fue instalado en el *Alto Chorrillo*; previamente fue reacondicionado y reparado en el **IAR**.

### 3. Comunicación de datos

El equipamiento instalado se vincula a Internet mediante un enlace de radio en 2.4 GHz, el cual se utiliza tanto para la adquisición de los datos como para su operación remota si fuera necesario.

Desde la cumbre del *Chorrillo*, sitio en el que esta emplazado el *Tipper*, puede verse la estación de ferrocarril de *SAC*, conocida como “Estación de las Nubes”; siendo ésta la única edificación de *SAC* que tiene visión directa desde el sitio. Esto motivó la instalación de una repetidora de datos para la vinculación del equipo a Internet. El punto de acceso a Internet, se realizó en el Escuadrón 22 de Gendarmería Nacional (GN), mediante un convenio de colaboración firmado por el IAR y GN.

En la Figura 2 se muestra una vista panorámica desde la estación de ferrocarril de *SAC*, donde se indica la visual hacia el *Tipper* (unos 17 Km) y la posición de la antena emplazada en el Escuadrón 22 (unos 500 mts).



Figura 2. Vista desde la estación de ferrocarril de *SAC*.

### 4. Datos

Las mediciones en *Chorrillo* comenzaron a fines de julio de 2009 y continúan hasta la fecha, aunque aquí se presentan los datos obtenidos hasta mediados de agosto de 2010.

En la Figura 3 podemos ver el histograma y la curva de distribución acumulativa para todo el período en el que se obtuvieron datos<sup>1</sup>. En línea de trazos, se representa la función acumulativa, del valor de la opacidad atmosférica, para los datos obtenidos en: otoño, invierno y primavera.

En los meses estivales se produce una degradación apreciable en la calidad de la atmósfera debido al fenómeno conocido como “invierno boliviano”, lo que afecta la mayor parte de la Puna. El fenómeno se traduce en un fuerte aumento de la opacidad atmosférica debido a lluvias estacionales.

En el panel derecho de la Figura 3, puede apreciarse que la mediana (segundo cuantil) tiene un buen valor ( $\tau_0 < 0.2$ ) para todos los meses a excepción de febrero, y con seguridad enero.

En la Tabla 1 se comparan los datos obtenidos en *Chorrillo* con los obtenidos en las campañas previas en *Jarillal* (cercano al complejo **CASLEO** en la provincia de *San Juan*), en *Macón* (cerro cercano a la localidad de *Tolar Grande*) y con datos publicados de otros sitios entre los que se encuentra *Chajanator*.

<sup>1</sup>Por problemas mecánicos, no se obtuvieron datos en el mes de enero.

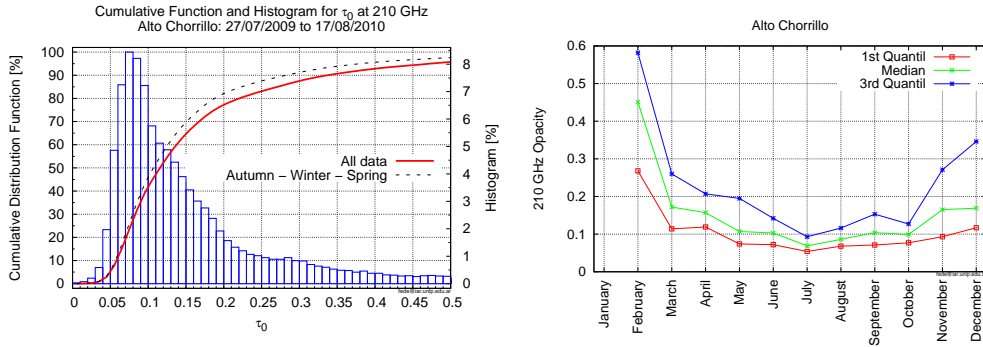


Figura 3. *Izquierda:* Histograma y función acumulativa para todos los datos obtenidos; línea de trazos función acumulativa sin el verano. *Derecha:* Cuantiles para el mismo período discriminado por meses.

De la comparación, se desprende que *Macón* y *Chorrillo* son sitios comparables en cuanto a opacidad atmosférica.

Cuantil	$\tau_{225} \leq$			$\tau_{210} \leq$		
	Chajnan. 5060 m	M. Kea 4100 m	Polo Sur 2835 m	Jarillal# 3160 m	Macón <sup>@</sup> 4604 m	Chorrillo 4813 m
25 %	0.04	0.06	0.04	0.17	0.082	0.074
50 %	0.06	0.09	0.05	0.22	0.114	0.107
75 %	0.12	0.15	0.07	0.29	0.169	0.167

\*:Radford (2000), #:Bareilles et al. (2003), @:Bareilles et al. (2005, 2007)

Tabla 1. Comparación con otros sitios.

## 5. Conclusión

Los datos obtenidos en la región de *Alto Chorrillo* muestran que es un muy buen candidato para alojar una facilidad observacional milimétrica o submilimétrica. Es el candidato mas firme para alojar **LLAMA**.

## Referencias

- Bareilles F. A., Morras R., Olalde J. C., Hauscarriaga F. P. & Arnal E. M. 2007. BAAA, **50**, 329-332
- Recabarren P., Muriel H., García Lambas D., Vrech R., Renzi V., Stasyszyn F. 2006, BAAA, **49**, 370-373
- Bareilles F. A., Morras R., Olalde J. C., Hauscarriaga F. P. & Arnal E. M. 2005. BAAA, **48**, 480-484
- Bareilles F. A., Olalde J. C., Picardo C., Guarrera L., Arnal E. M., Morras R., Perilli D. & Salazar P. 2003. BAAA, **46**, 50
- Radford, S. J. E., 2000, ALMA Memo 334.1