

# “El Observatorio Atmosférico de la Patagonia Austral: 10 años de sus inicios. Historia” (50 años del CEILAP)



Eduardo J. Quel  
División Lidar. CEILAP, UNIDEF  
(CITEDEF-CONICET)  
UMI-IFAECI-CNRS 3351  
B1603ALO Villa Martelli  
FRBA - UTN  
[equel@citedef.gob.ar](mailto:equel@citedef.gob.ar)  
[www.division-lidar.com.ar](http://www.division-lidar.com.ar)



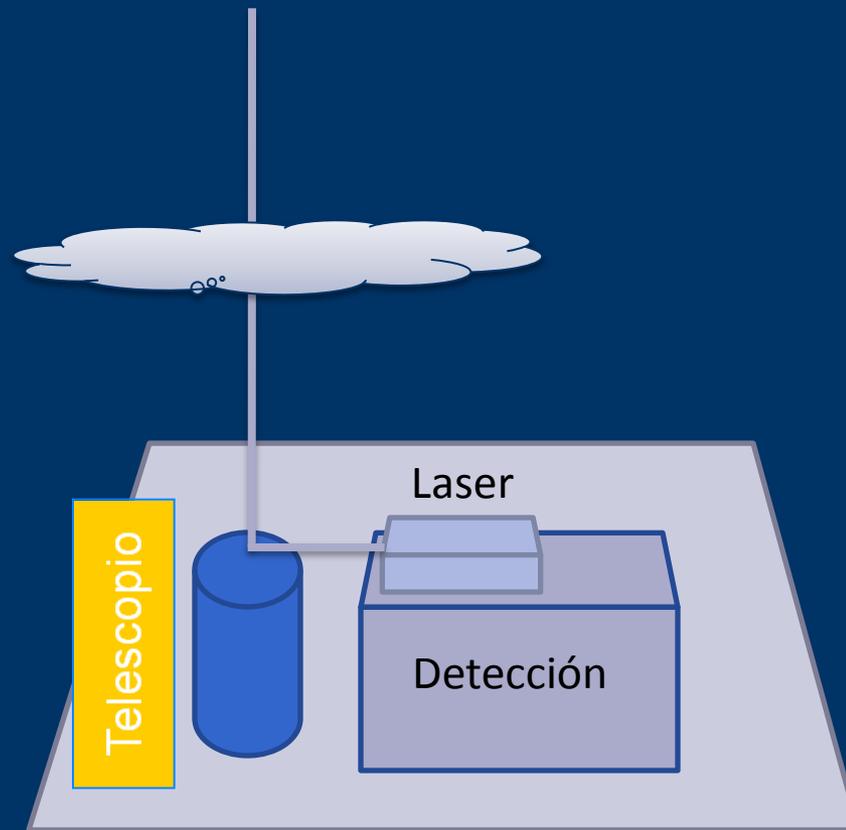
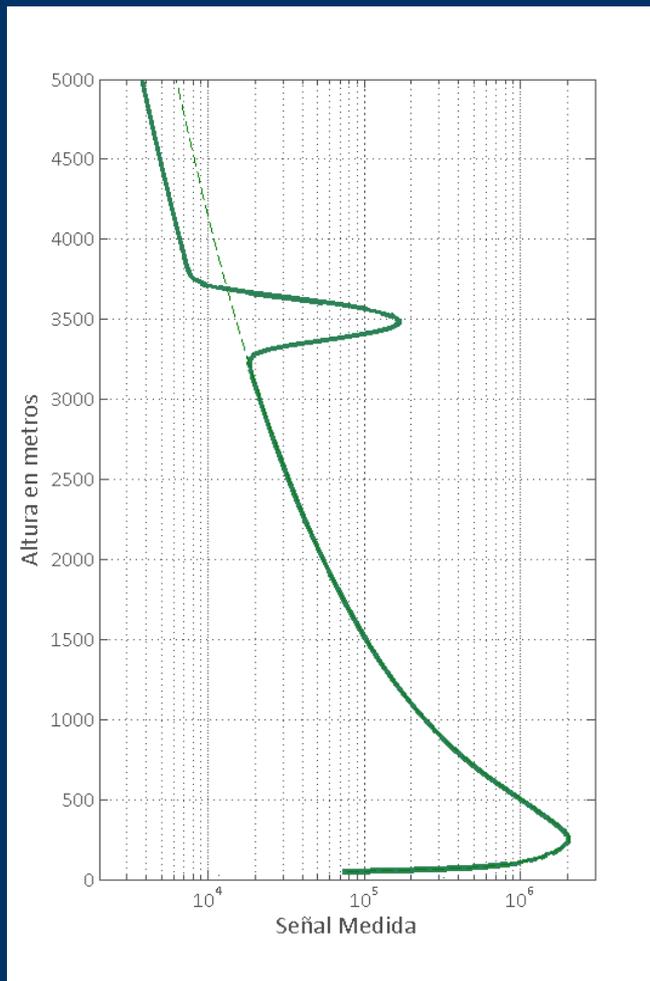
Primer Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica  
Facultad Regional Pacheco – UTN  
18 de septiembre de 2015



# Lidar

- La palabra lidar proviene de un acrónimo: “**L**ight **D**etection **a**nd **R**anging”
- Es un instrumento activo, pues envía radiación luminosa a la atmósfera.
- Como fuentes de radiación luminosa se usan diferentes tipos de láseres pulsados, debido a sus propiedades.
- Generan fenómenos ópticos que se pueden detectar en Tierra, y que proveen información sobre la atmósfera.

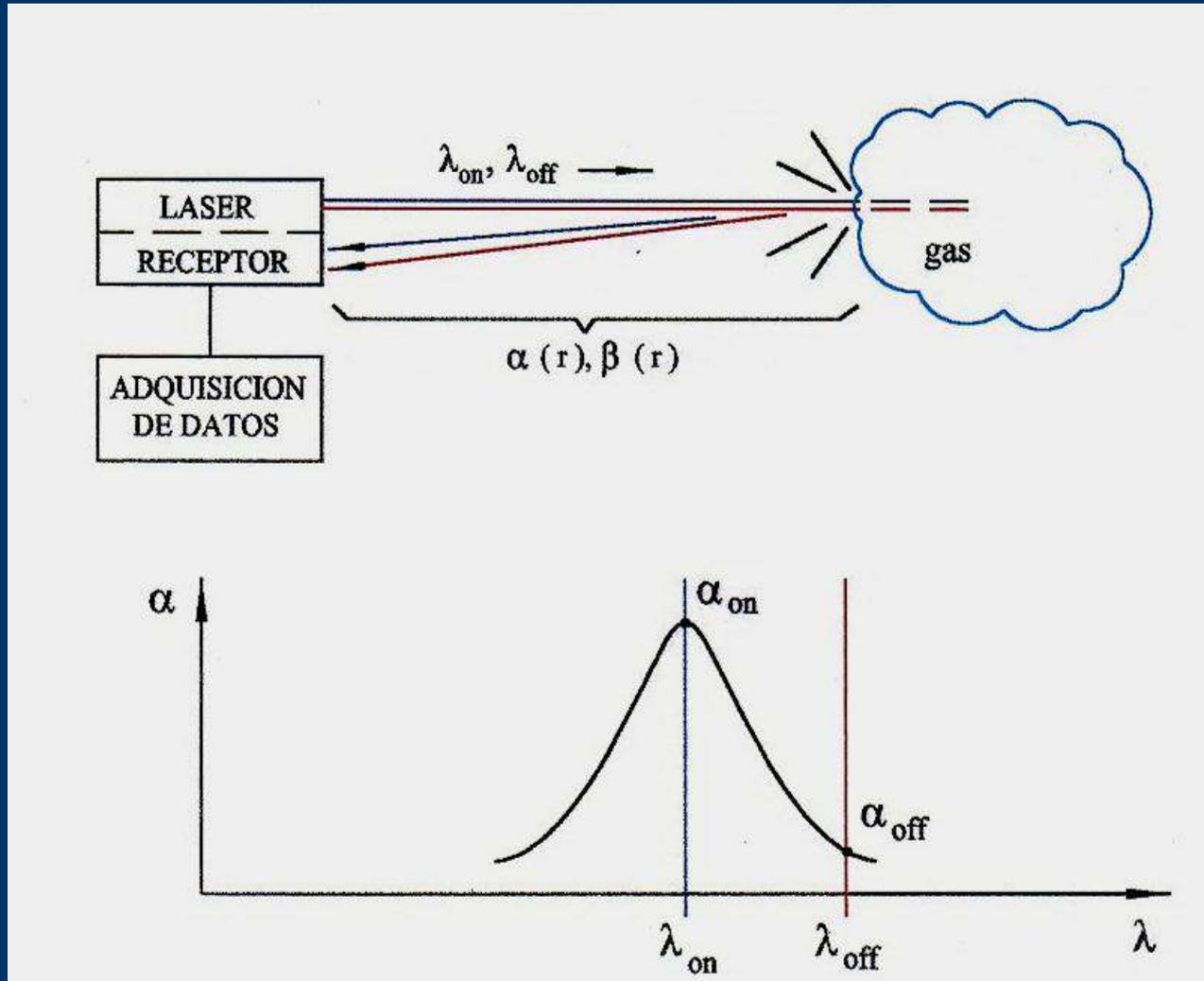
# Principio de Funcionamiento



Atmósfera Contaminada  
(Capa de Aerosoles)

# DIAL (Differential Absorption Lidar)

## Principio de funcionamiento



# Génesis de los proyectos lidar y DIAL

- Objetivos del CEILAP: Láseres y Aplicaciones
- **1990**: se analizaron nuevos objetivos
- El medio ambiente: aplicación de láseres
- Los sistemas lidar: un desafío
- Instrumento para estudios atmosféricos
- Otras aplicaciones de los lidares
- La colaboración con Francia
- **1990**: Decisión final: los sistemas lidar

# Iniciación de los proyectos lidar y DIAL

- **1991:** Concurso público de subsidios del BID-CONICET
- **1992:** Subsidio ganado de u\$a 280.000.
- **1992:** Francia: colaboración en el tema elegido.
- **1994:** Primer lidar de retrodifusión para CLA y aerosoles
- **1995:** visita del profesor Pierre Flamant (EP de Francia).
- **1995:** Se inician los planes para la construcción del primer sistema lidar de absorción diferencial (DIAL) para estudiar ozono, con el Prof. Gérard Mégie, de Francia.
- **1996:** se obtienen subsidios por concurso de ANCyPT.
- **1998:** Se concluye el sistema DIAL para medir perfiles de ozono estratosférico.

# Esquema del instrumento DIAL

(Iniciado en 1995 y concluido en 1998)  
(En colaboración con el CNRS de Francia)

## Performance

## Instrumental

Rango: 20 – 35 km

Precisión: < 3 % a 30 km

Resolución Temporal: 5 ns

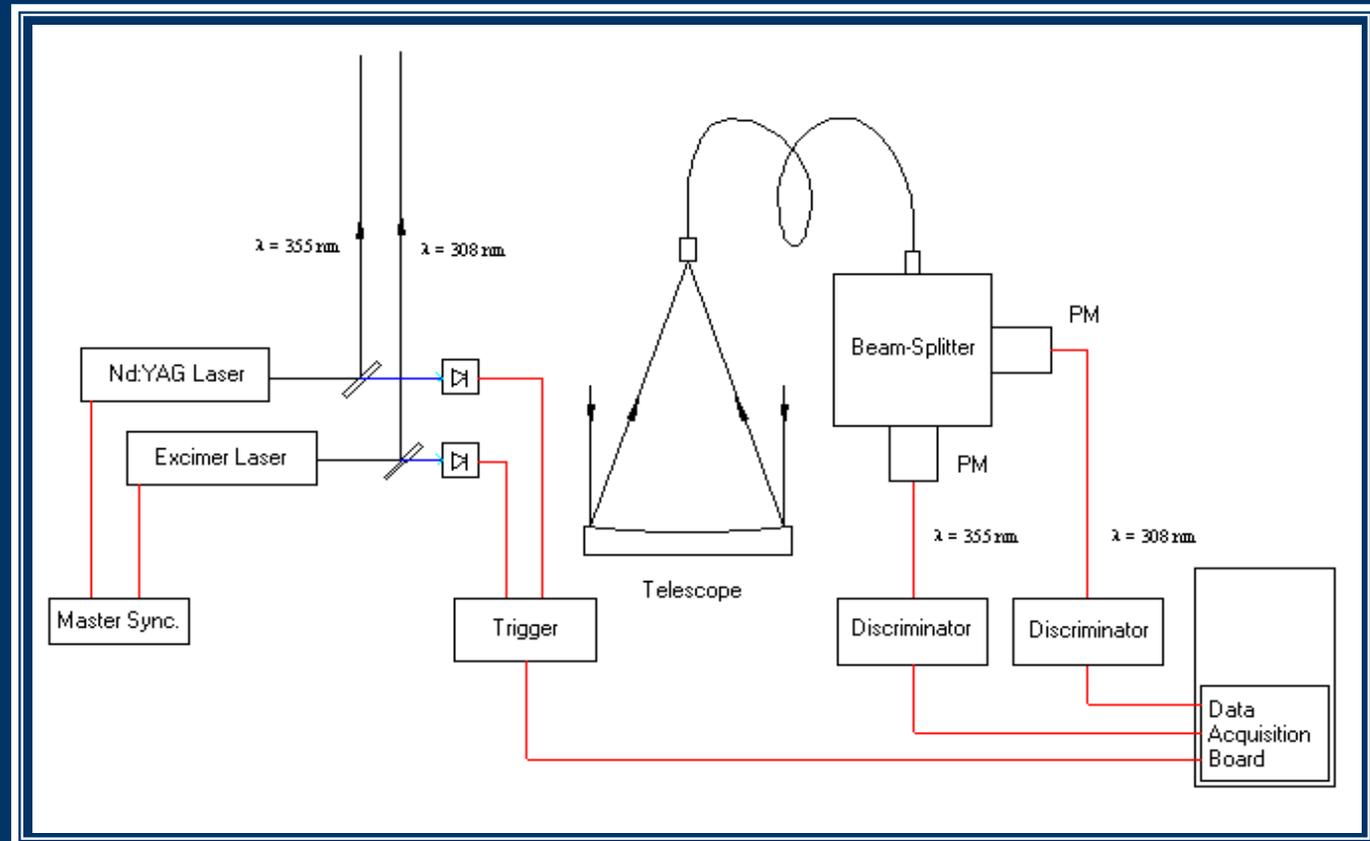
Resolución Vertical :

1 km at 20 km →

4.5 km at 35 km

Número de canales: 2

Repetición: 10 Hz



# Vista del sistema DIAL



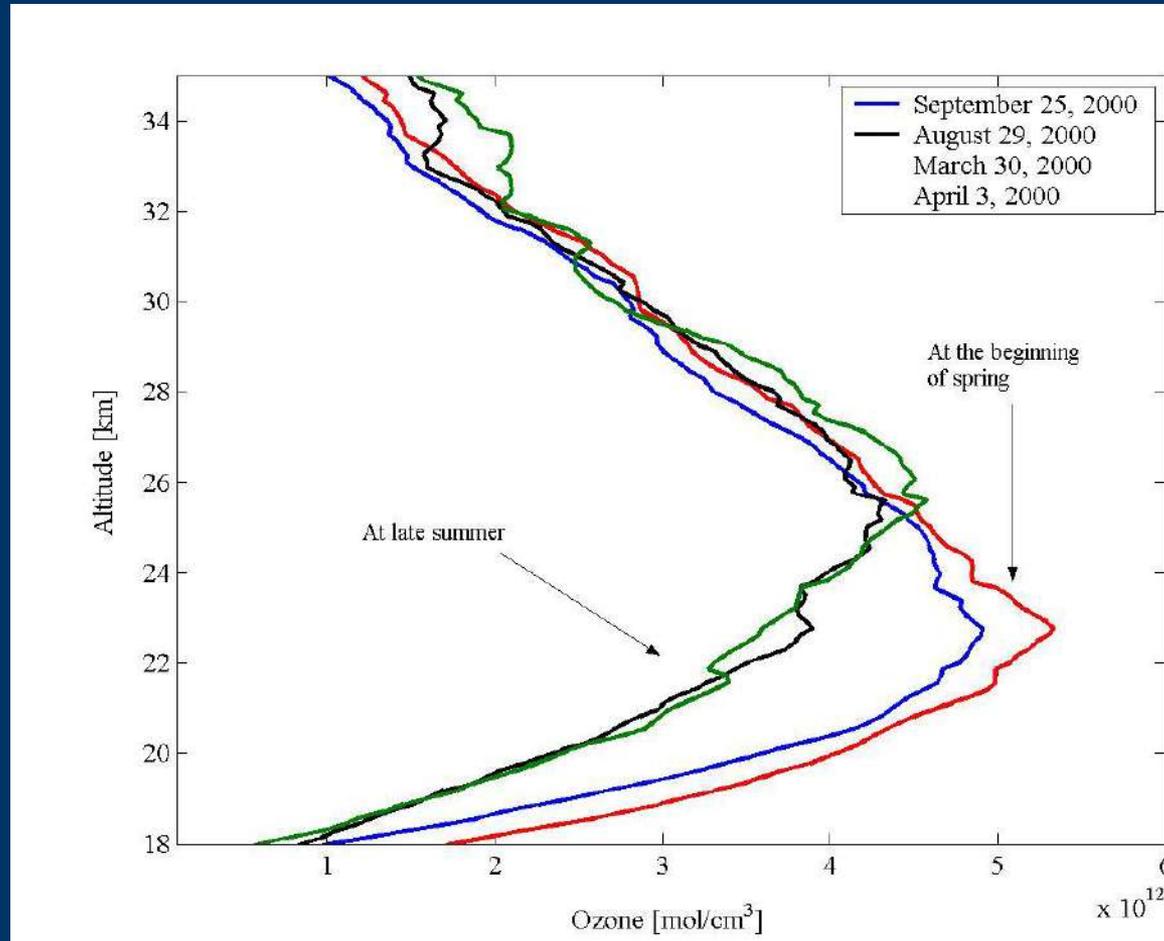
OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Vista del sistema DIAL



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Estructura vertical y estacional del ozono sobre Buenos Aires al final del verano



**Altura promedio del pico : 25 km - Concentración: 4 - 4.5 x10<sup>12</sup> molec/cm<sup>3</sup>**



# La colaboración con Japón: Se inicia en 1998

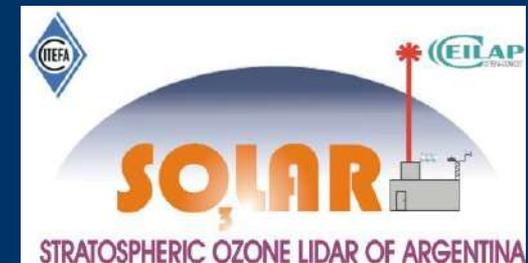
## PRIMERA ETAPA: 1998 a 2002

Colaboración con el Tohoku Institute of Technology.  
Prof. Kazuhiro Asai. JICA  
“DESARROLLO DE LIDARES DE RETRODIFUSIÓN  
PARA EL ESTUDIO DE AEROSOLAS”



## SEGUNDA ETAPA: 2003 a 2007

Proyecto de investigación en ozono . JICA  
“FORTALECIMIENTO DE LOS ESTUDIOS DE LA CAPA  
DE OZONO EN SUDAMÉRICA” (CAMPAÑA SOLAR)



## TERCERA ETAPA: 2007 a 2011

Proyecto Binacional Argentina-Chile. Dic 2007 a Dic. 2011. JICA  
“FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE MEDICIÓN DE LA CAPA  
DE OZONO Y LA RADIACIÓN UV EN LA PATAGONIA AUSTRAL,  
Y SU PROYECCIÓN HACIA LA COMUNIDAD” (UVO<sub>3</sub>PATAGONIA)

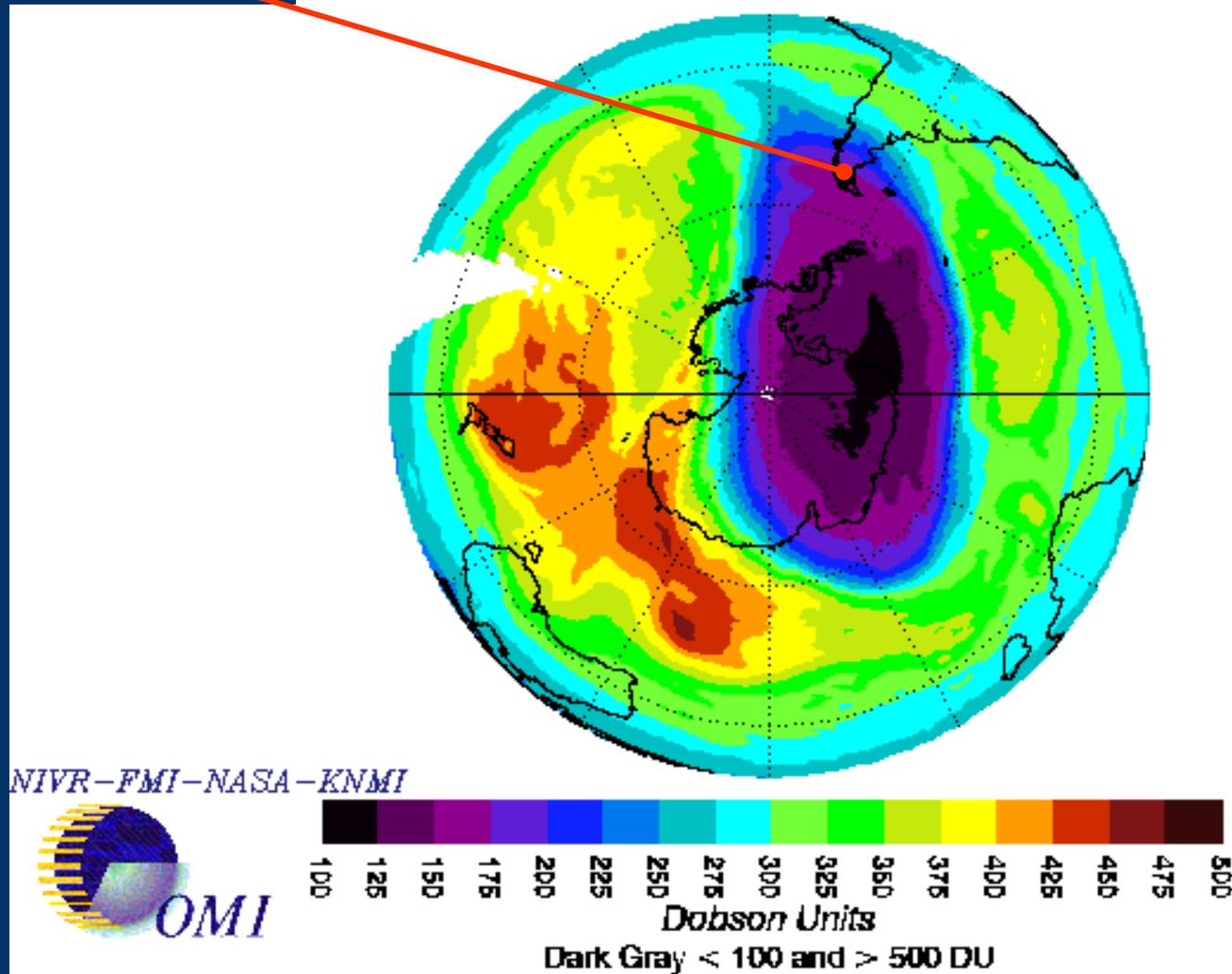


# Motivación: medición de la capa de ozono estratosférico

## Ozono Total : (EP-NASA TOMS (V8))

★ Sitio de Medición  
Río Gallegos

OMI Total Ozone for Oct 8, 2005



# Lugar elegido: Base Aérea Militar Río Gallegos

(Inaugurada el 28 de junio de 2005)

## Ubicación Geográfica:

- Base Aérea Militar Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz (Lat: 51° 55' S, Lon: 69° 14' W)
- Distancia desde Buenos Aires: 2612 km.



# Observatorio Atmosférico de la Patagonia Austral

Lugar elegido: Base Aérea Militar  
Río Gallegos. Pcia de Santa Cruz

- Logística
- Acceso a la ciudad para mantenimiento
- Presencia de Universidades (UNPA y UTN)
- Numerosas noches claras y sin nubes

Inaugurado el 28 de julio de 2005

**DIEZ AÑOS DE FUNCIONAMIENTO**

# 10 de junio de 2005: partida de los camiones



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Equipo que viajó a RG

- Elian Wolfram                      Lic.Física                      Becario CONICET
- Juan Pallotta Est.                Ing. Elec.                      Becario UNSAM
- Jacobo Salvador                  Est. Ing. Elec.                Becario UNSAM
- Ricardo Goris                      Est. Ing. Elec.                Becario UNSAM
- Raúl D´Elía                        Técnico                        CPA CONICET



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Entidades que colaboraron



# Ceremonia inaugural: 28 de junio de 2005



**OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS**

# Contenedor del DIAL en 2005 (Donado por el CNRS de Francia)



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Principales eventos

- **2005:** Colaboración con la Universidad Nacional de la Patagonia Austral de Río Gallegos.
- **2005:** Colaboración con la Municipalidad de Río Gallegos, para la instalación y mantenimiento de un solmáforo.
- **2006:** Se declara el proyecto de interés municipal y provincial.
- **2008:** Se ingresa a la red NDACC y otras.
- **2009:** Se traslada desde la Puna de Atacama el radiómetro de ondas milimétricas de la Universidad de Nagoya al OAPA.

# Primeros prof. visitantes del Japón

**Dr. Hideaki Nakane**

**NIES**

**Dr. Masaji Ono**

**NIES**

**Prof. Hideaki Nakajima**

**NIES**

**Prof. Nobuo Sugimoto**

**NIES**



**Prof. Akira Mizuno**

**Nagoya University**

**Dr. Tomoo Nagahama**

**Nagoya University**

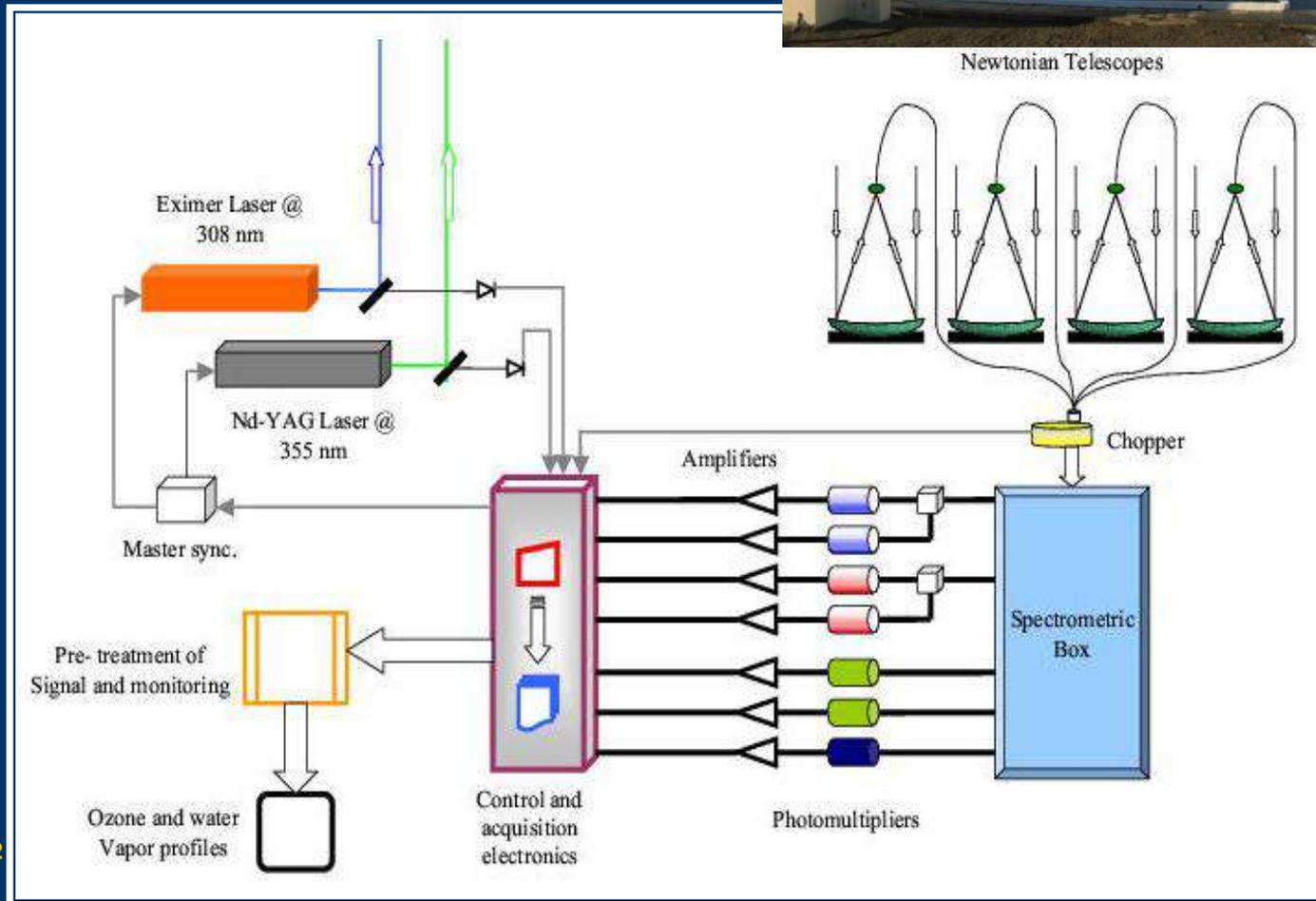
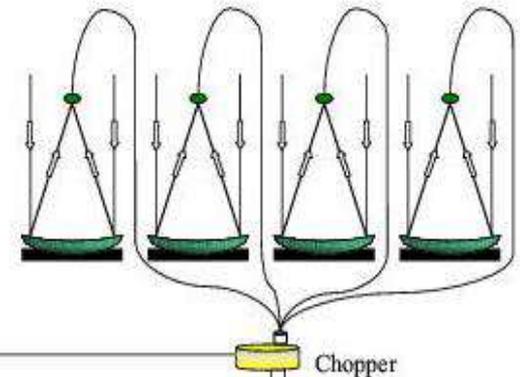


# Nuevo sistema DIAL

(Iniciado en 2000 y concluido en 2003)  
(En colaboración con el CNRS de Francia)



Newtonian Telescopes



Performance Instrumental  
Rango: 10 – 45 km

Precisión: < 3 % a 30 km

Resolución Temporal: 2 hs

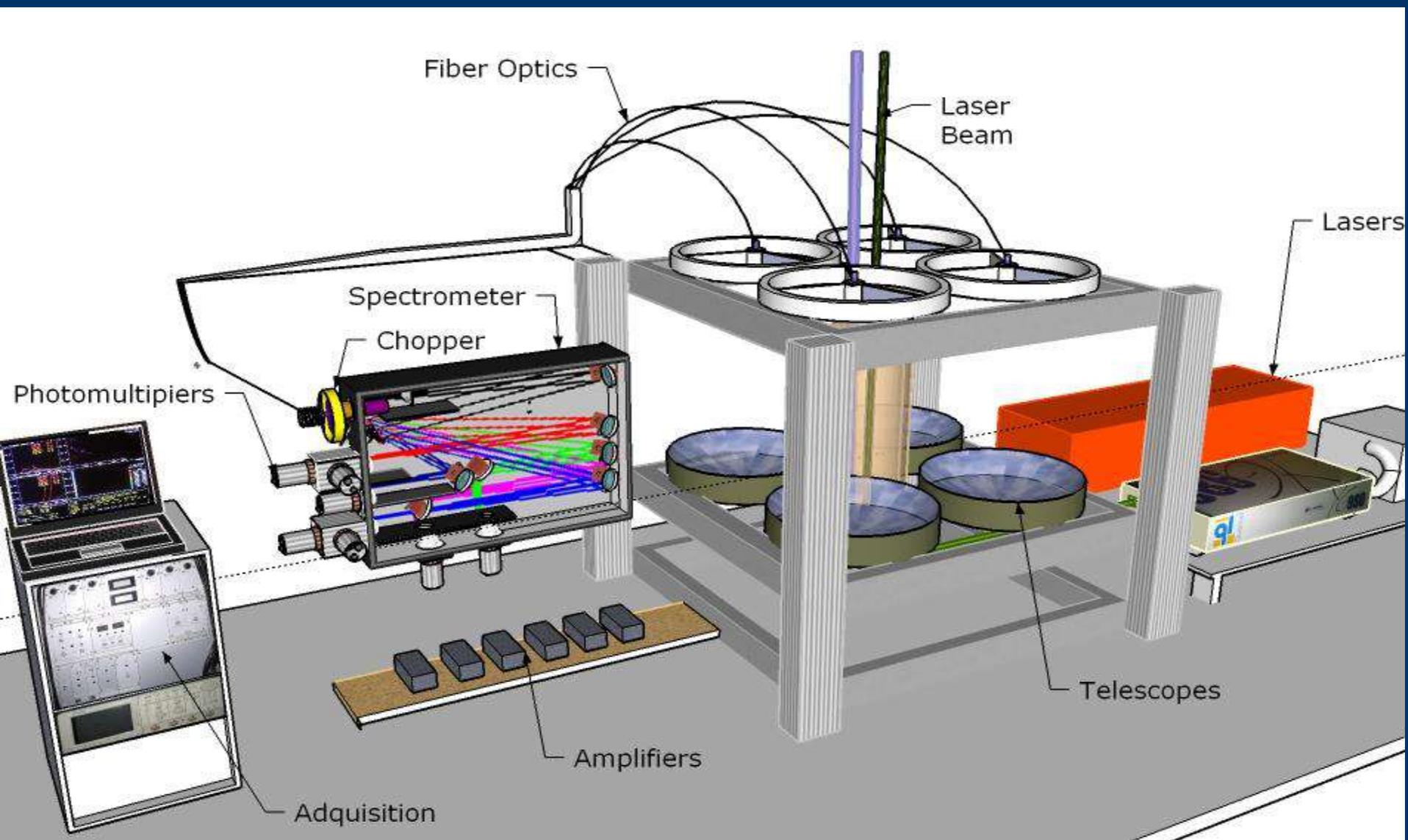
Resolución Vertical :  
1 km at 20 km →  
4.5 km at 35 km

Repetición: 30 Hz

Número de canales: 7  
4 Rayleigh: 308 y 355 nm  
(alta y baja señal)  
2 Raman N<sub>2</sub>: 332 y 387 nm  
1 Raman H<sub>2</sub>O: 347 nm

Área de colección: 7880 cm<sup>2</sup>

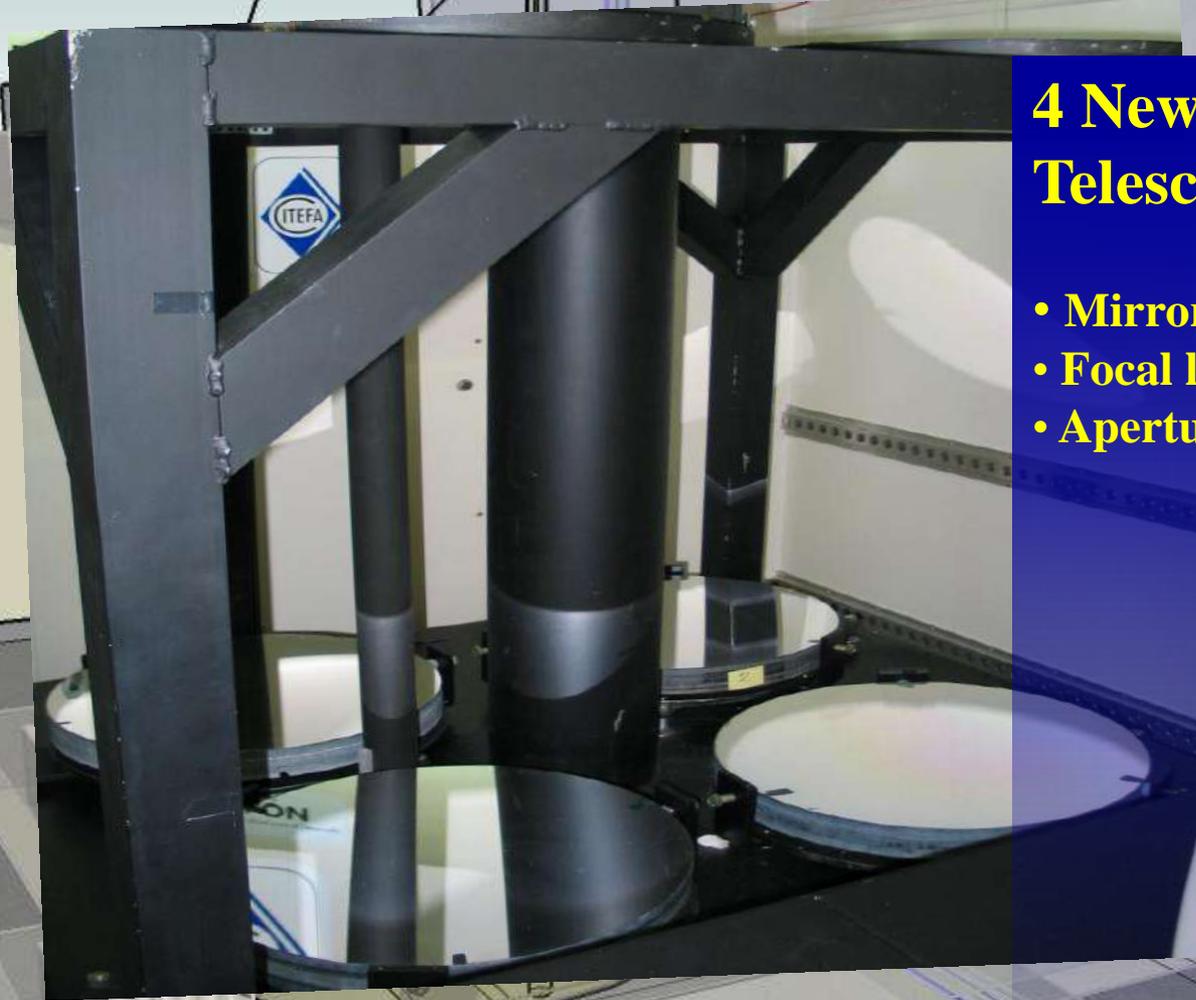
# Lidar DIAL para ozono estratosférico. Esquema



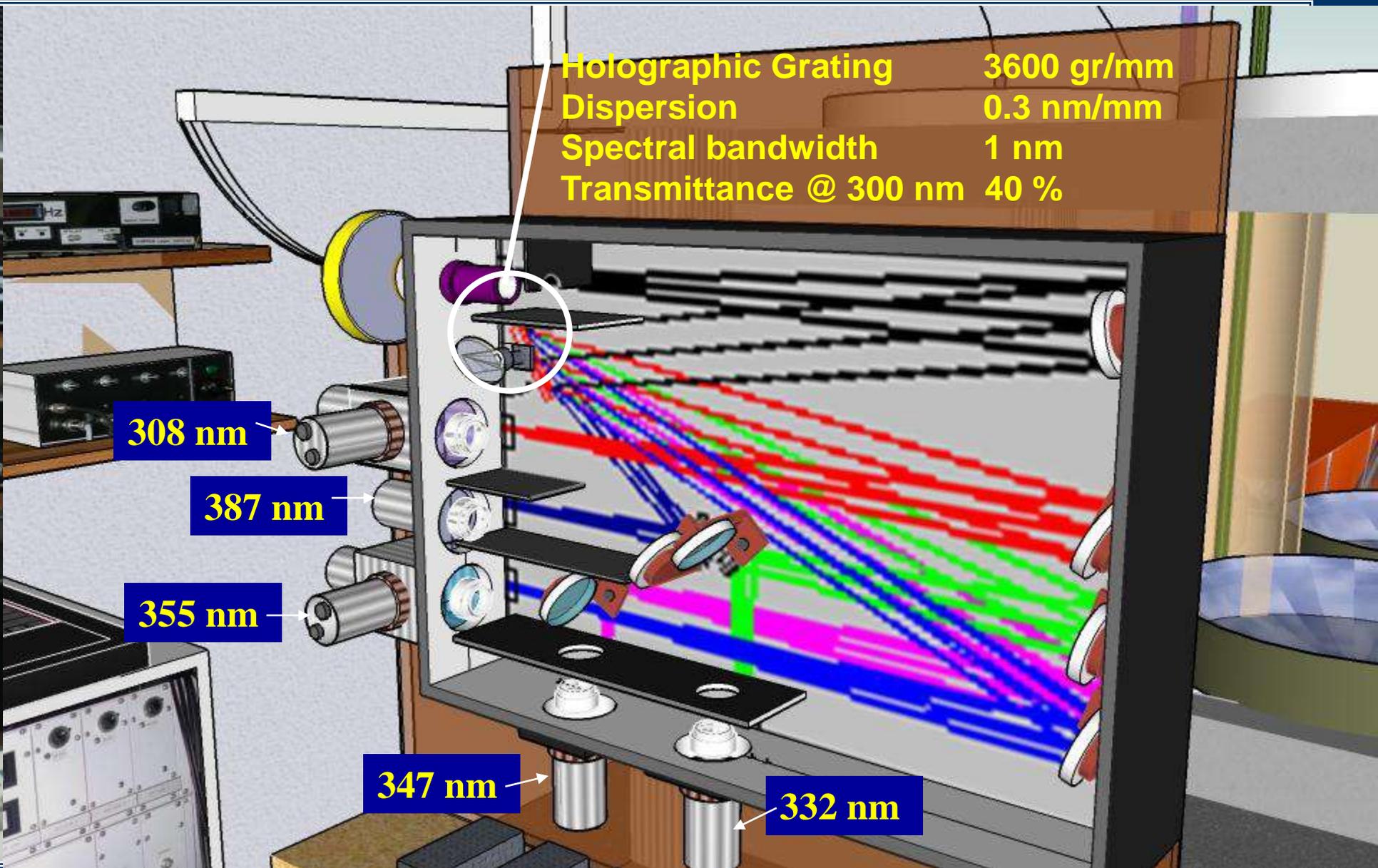
# Lidar DIAL de ozono estratosférico. Receptor

## 4 Newtonian Telescopes

- Mirrors  $\phi$  50 cm
- Focal length 1 m
- Aperture f/2



# Lidar DIAL de ozono estratosférico. Espectrómetro

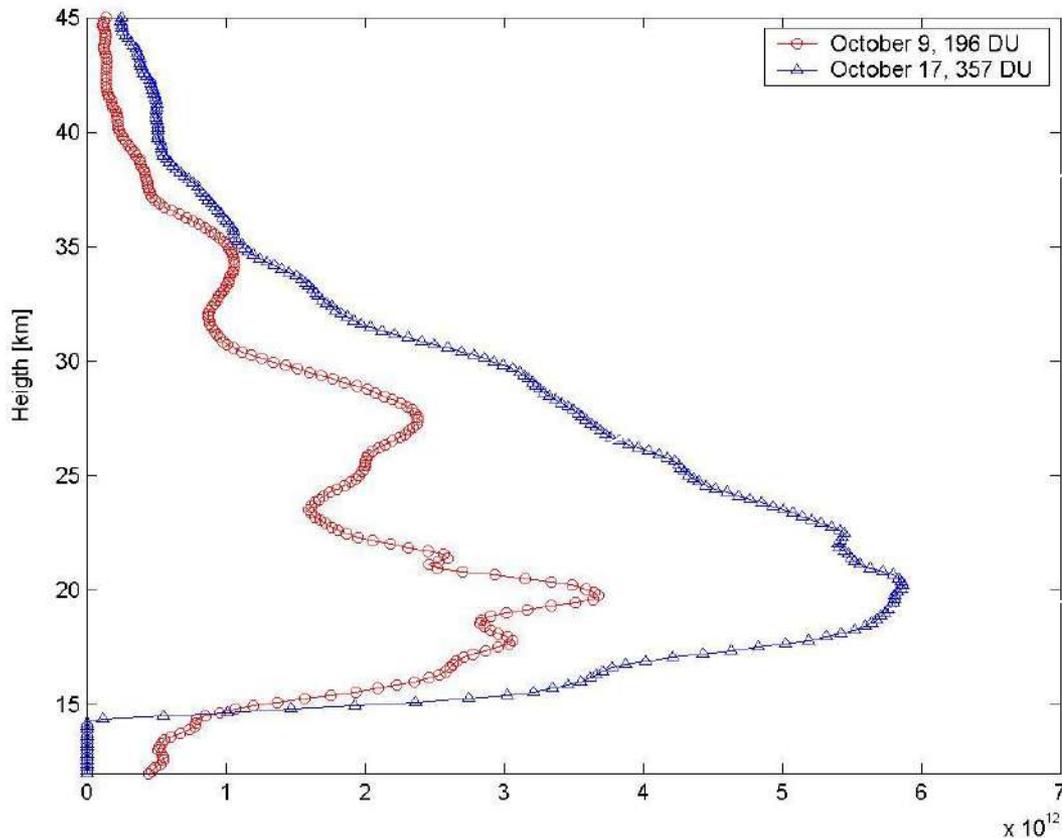




**OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS**

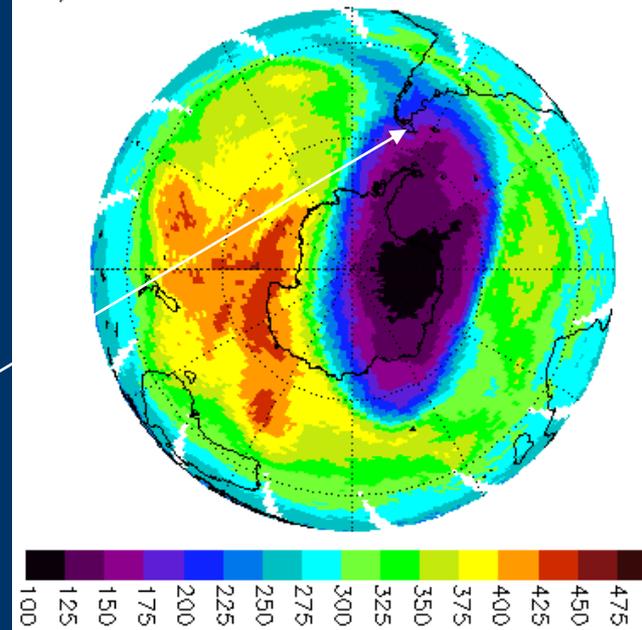
# Medición de perfiles de Ozono Estratosférico en Río Gallegos.

Octubre 2005

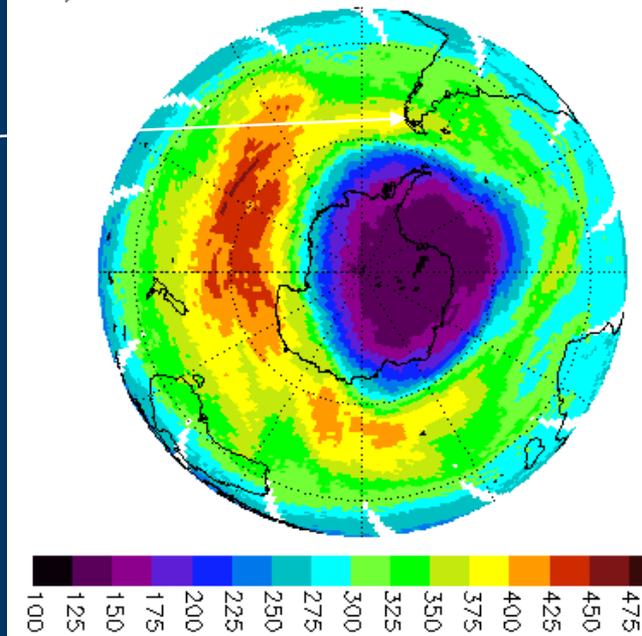


Campaña SOLAR 2005

EP/TOMS Total Ozone for Oct 9,



EP/TOMS Total Ozone for Oct 17,



# Observatorio Atmosférico de la Patagonia Austral



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Tesis doctorales en física e ingeniería

Se llevaron a cabo tres tesis doctorales de tipo experimental entre ambos proyectos:

- **Dra. Ing. Andrea Pazmiño:** “Étude de l’influence de la perte chimique d’ozone antarctique sur la région subpolaire de l’hémisphère sud et relation avec le rayonnement ultraviolet”. Université Paris 6, París y Universidad de Buenos Aires. (Cotutelada) 23 de septiembre de 2005. Calificación: Très honorable.
- **Dr. Elian Wolfram:** “Mediciones atmosféricas de ozono y vapor de agua con técnica LIDAR y radiometría solar ultravioleta”. Fac. de Ciencias Exactas. UNLP. 19 de octubre de 2006. Calificación: 10 puntos.
- **Dr. Ing. Jacobo Salvador:** “Estudio del comportamiento de la capa de ozono y la radiación UV en la Patagonia Austral y su proyección hacia la comunidad“. UTN BA. 29 de junio de 2011. Calificación: 10 puntos.

# Visita de la Sra. Presidenta de la Nación el 23 marzo 2015

Inauguración del radiómetro de ondas milimétricas  
de la Universidad de Nagoya



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

## Con autoridades de JICA



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# OAPA: Equipos de sensado remoto I

INSTRUMENTO	PROPIEDAD	RED INTERNACIONAL	MODELO	RANGO ESPECTRAL	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
Radiómetro UV de ancho de banda estrecho	CEILAP	SOLAR RADIATION NETWORK	GUV-541 Biospherical Inst. Inc.	305, 313, 320, 340, 380 nm; (10 nm)	Adquisición continua cada minuto.
Radiómetro UV-A	CEILAP	SOLAR RADIATION NETWORK	YES UVA-1	320 - 400 nm	Adquisición continua cada minuto.
Radiómetro UV-B con Dosis eritémica	CEILAP	SOLAR RADIATION NETWORK	YES UV-B1	280 - 320 nm	Adquisición continua cada minuto.
Piranómetro	CEILAP	SOLAR RADIATION NETWORK	Kipp & Zonen Holland	305 - 2800 nm	Adquisición continua cada minuto.
Fotómetro Solar	AERONET NASA	AERONET NETWORK NASA -USA	CIMEL	1020, 940, 870, 670, 500, 440, 380 y 340 nm	Medidas cada 15 min. aprox.
Espectrómetro SAOZ	SAOZ Serv. d'Aeronomie Francia	SAOZ NETWORK Francia	Construido en el Service d'Aeronomie	UV-Vis 300 - 600 nm	Dos veces diarias: a la salida y a la puesta del Sol.
Espectrofotómetro Brewer	INPE Brasil	INPE NETWORK Brasil	Brewer MK IV SN 124	290 -360 nm	Medidas cada 20 min dependiendo de la época del año.

# OAPA: Equipos de sensado remoto II

INSTRUMENTO	PROPIEDAD	RED INTERNACIONAL	MODELO	RANGO ESPECTRAL	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
Lidar de Absorción diferencial (DIAL)	CEILAP	NDACC NETWORK	CEILAP	308 y 355 nm. 4 Rayleigh: 308 y 355 nm 2 Raman N <sub>2</sub> : 332 y 387 nm	Se estiman 80 mediciones anuales en noches claras. Con mayor frecuencia en la primavera austral.
LIDAR de retrodifusión	CEILAP	GALLION NETWORK	CEILAP	1064, 532 y 355 nm. Detect 3 Rayleigh y 3 Raman.	Una vez por semana según tiempo y requerimientos
Estación meteorológica	CEILAP		Davis Vantage Pro2		Adquisición continua cada minuto.
Antena VLF para la detección de rayos.	Washington University	WWLLN NETWORK	Construido en la Univ. de Washington	3-30 kHz	Adquisición continua en tiempo real.
Radiómetro de ondas milimétricas a ser instalado en sep. 2010	Nagoya University Japón	Nagoya University NETWORK, Japón	Construido en la Univ. de Nagoya	110,8 GHZ	Perfiles de ozono y de vapor de agua.

# Integración de Redes internacionales

<b>Instrumento</b>	<b>Red</b>	<b>Lugar</b>	<b>Medición</b>
<b>MWLS Elástico</b>	<b>GALION</b>	<b>RG y VM</b>	<b>Aerosoles (3 vías)</b>
<b>Lidar DIAL 6 channels</b>	<b>NDACC ENVISAT</b>	<b>RG</b>	<b>Capa ozono estratosférico</b>
<b>SAOZ</b>	<b>NDACC SAOZ</b>	<b>RG</b>	<b>Vapor de agua O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub></b>
<b>CIMEL</b>	<b>AERONET- NASA</b>	<b>RG</b>	<b>Aerosoles, vapor de agua</b>
<b>RADIÓMETROS UV</b>	<b>SOLAR RAD- NASA</b>	<b>RG y VM</b>	<b>Aerosoles, vapor de agua (6 vías)</b>

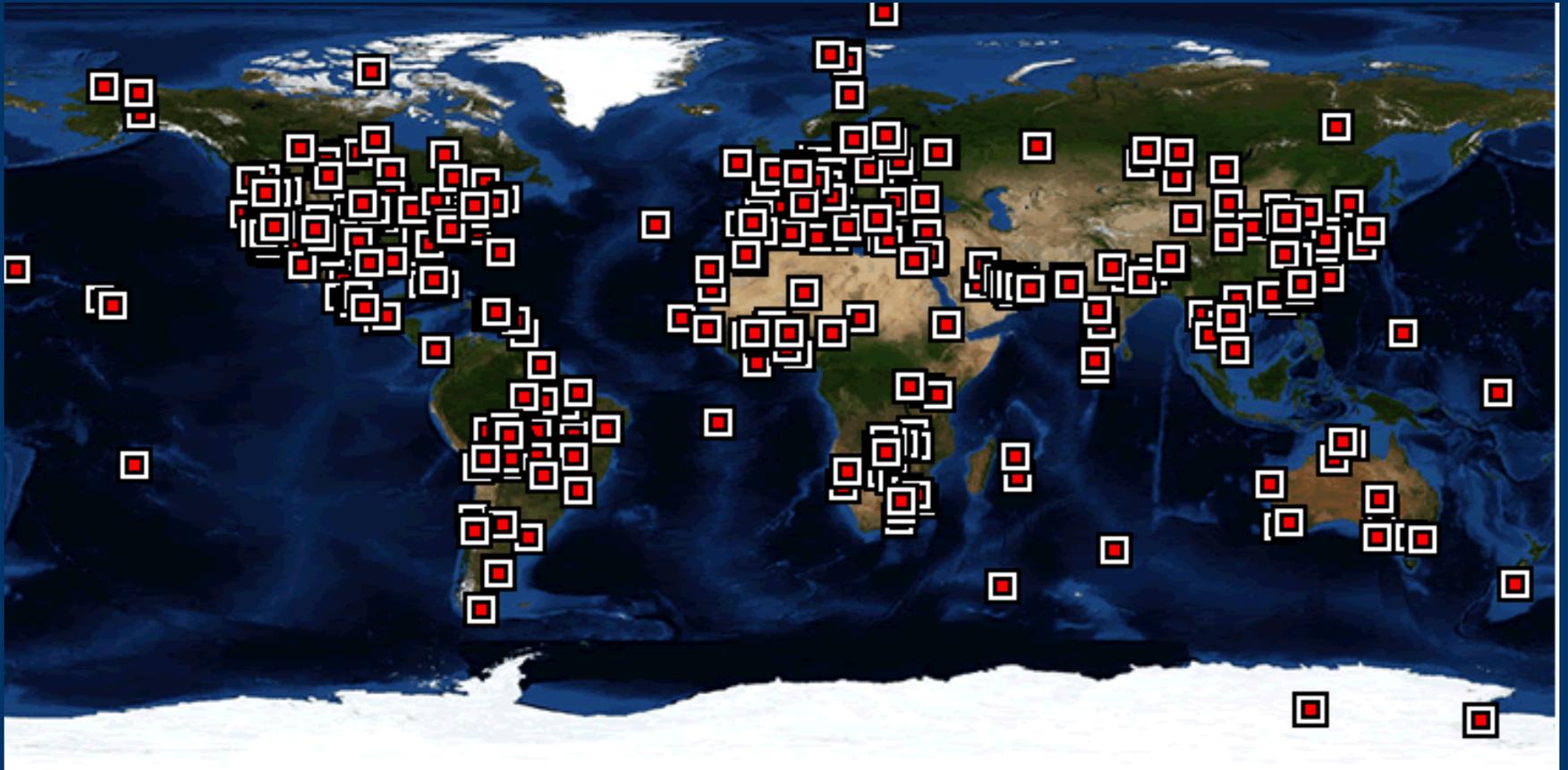
# Admisión en Diciembre de 2008

## NDACC Lidar Sites



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Aerosol Robotic Network



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# SATREPS

Science and Technology Research Partnership  
for Sustainable Development Program



**CUARTA ETAPA: iniciada en abril 2013 y hasta abril 2018**

**OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS**

**DESARROLLO DE 5 ESTACIONES LIDAR  
PARA LA DETECCIÓN  
DE CENIZAS VOLCÁNICAS**

**Proyecto Especial  
Ministerio de Defensa Nro. 31554/11**

**Iniciado el 15 de enero de 2012**

# Estación Aeroparque Buenos Aires

## 9 enero 2015



# ESTACIONES LIDAR



- CEILAP-Jul 94/Nov 98/Sep 03
  - CEILAP OAPA RG-Julio 05
  - Bariloche-Febrero 2012
  - C.Rivadavia-October 2012
  - Neuquén-Diciembre 2013
  - Río Gallegos-Julio 2014
  - Aerop. Bs As-Enero 2015
  - Punta Arenas - CHILE
  - Córdoba - HSRL Technology
  - Tucumán - HSRL Technology
- ESTACIONES PREVIAS
- PROYECTO ESPECIAL
- JST SATREPS
- To be developed

# Instituciones que brindan apoyo



Fuerza Aérea  
Argentina



Service d'Aéronomie  
CNRS



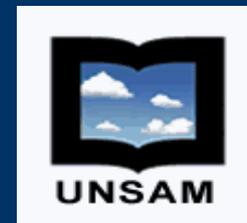
Agencia N. de Prom.  
Cient. y Tecnológica



Univ. Tecnológica  
Nacional



Univ. Nacional de la  
Patagonia Austral



Univ. Nacional de  
San Martín

# Personal de la División Lidar - CEILAP

• Dr. Eduardo J. Quel	CITEDEF I d A	
• Dr. Ing. Pablo Ristori	CITEDEF I d C 2	
• Dr. Elian Wolfram	CONICET Y CITEFA I d C 2	
• Dra. Ing. Lidia Otero	CONICET Y CITEFA I d D 1	
• <b>Dr. Ing. Jacobo Salvador</b>	<b>CITEDEF I d D 2</b>	<b>OAPA</b>
• Dra. Gabriela Nicora	CITEDEF I d E 1	
• Dr. Bioing. Marcelo Raponi	CITEDEF I d E 1	
• <b>Ing. Juan Pallota</b>	<b>CITEDEF I d F 1</b>	<b>(Doc)</b>
• <b>Ing. Ezequiel Pawelko</b>	<b>CITEDEF I d E 1</b>	<b>(Doc)</b>
• <b>Lic. Facundo Orte</b>	<b>CITEDEF I d E 2</b>	<b>(Doc)</b>
• <b>Ing. Sebastián Papandrea</b>	<b>Becario PICT</b>	<b>(Doc)</b>
• <b>Est. Pablo Massi</b>	<b>Est. UTN</b>	
• <b>Est. Sebastián Vázquez</b>	<b>Est. UTN</b>	
• <b>Est. Carla Repetto</b>	<b>Becaria UTN</b>	
• <b>Est. Juan Pablo Cabrera</b>	<b>Est. UTN</b>	
• <b>Est. Rodrigo Videla</b>	<b>Est. UTN</b>	
• Tec. Claudio Libertella	CPA CONICET	
• <b>Tec. Jonathan Quiroga</b>	<b>CPA CONICET</b>	<b>OAPA</b>
• Tec. Raúl D'Elía	CPA CONICET	*
• Lic. Marcelo Ferrari	CITEDEF Id D 1	*
• Ing. J. C. Dworniczak	CITEDEF I d C 2	*
• Ing. Francisco González	CITEDEF I d C 2	*
• Tec. Osvaldo Vilar	CITEDEF III C 1	*
• Sra. Mirta Rinaldi	Administración	*
• Sra. Pamela Pomo	Secretaría	*
• Sra. Pamela Ferretti	Secretaría	*
• <b>Sr. Misu Yuyi</b>	<b>JICA</b>	

\* Personal compartido con otras Divisiones del CEILAP

\*\* Personal que revista en el OAPA

**¡10 años del OAPA!**

**¡Muchas gracias!**

**[www.division-lidar.com.ar](http://www.division-lidar.com.ar)**

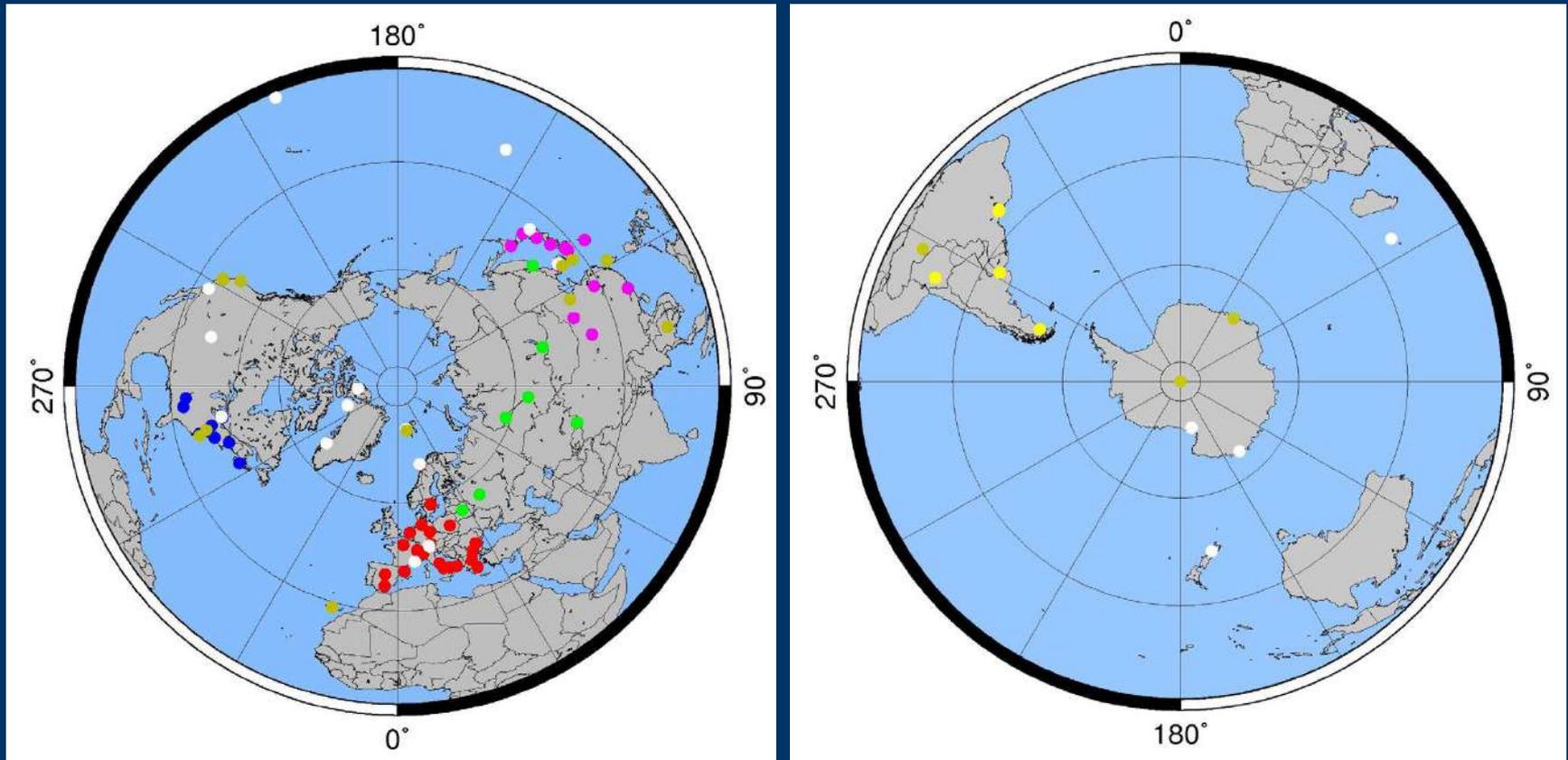
**OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS**

OAPA: SEMINARIO  
CONMEMORATIVO A 10 AÑOS  
DE SUS INICIOS EN RÍO

OAPA: SEMINARIO  
CONMEMORATIVO A 10 AÑOS  
DE SUS INICIOS EN RÍO

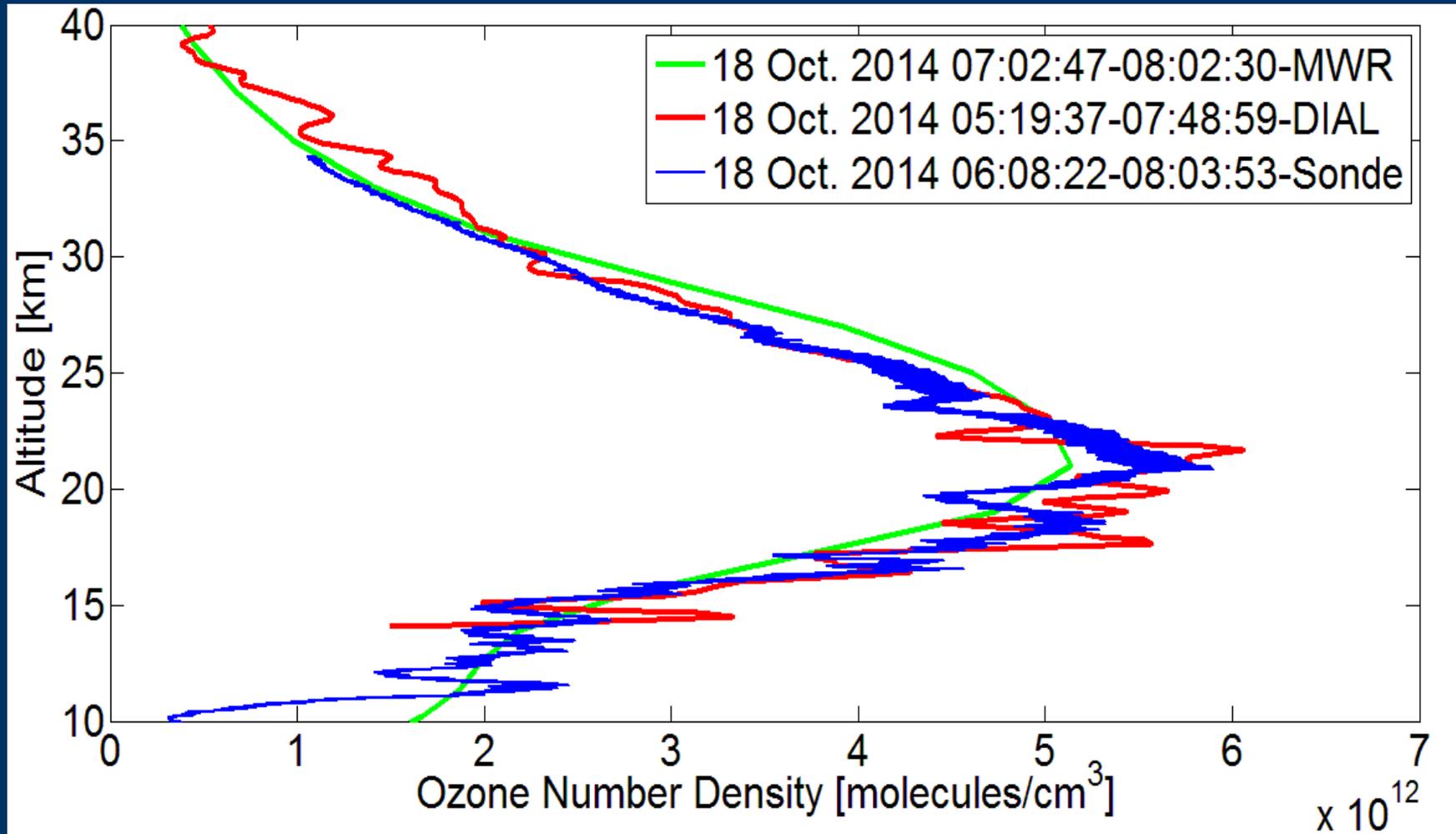
# Estaciones GALION

## GAW Aerosol Lidar Observation Network

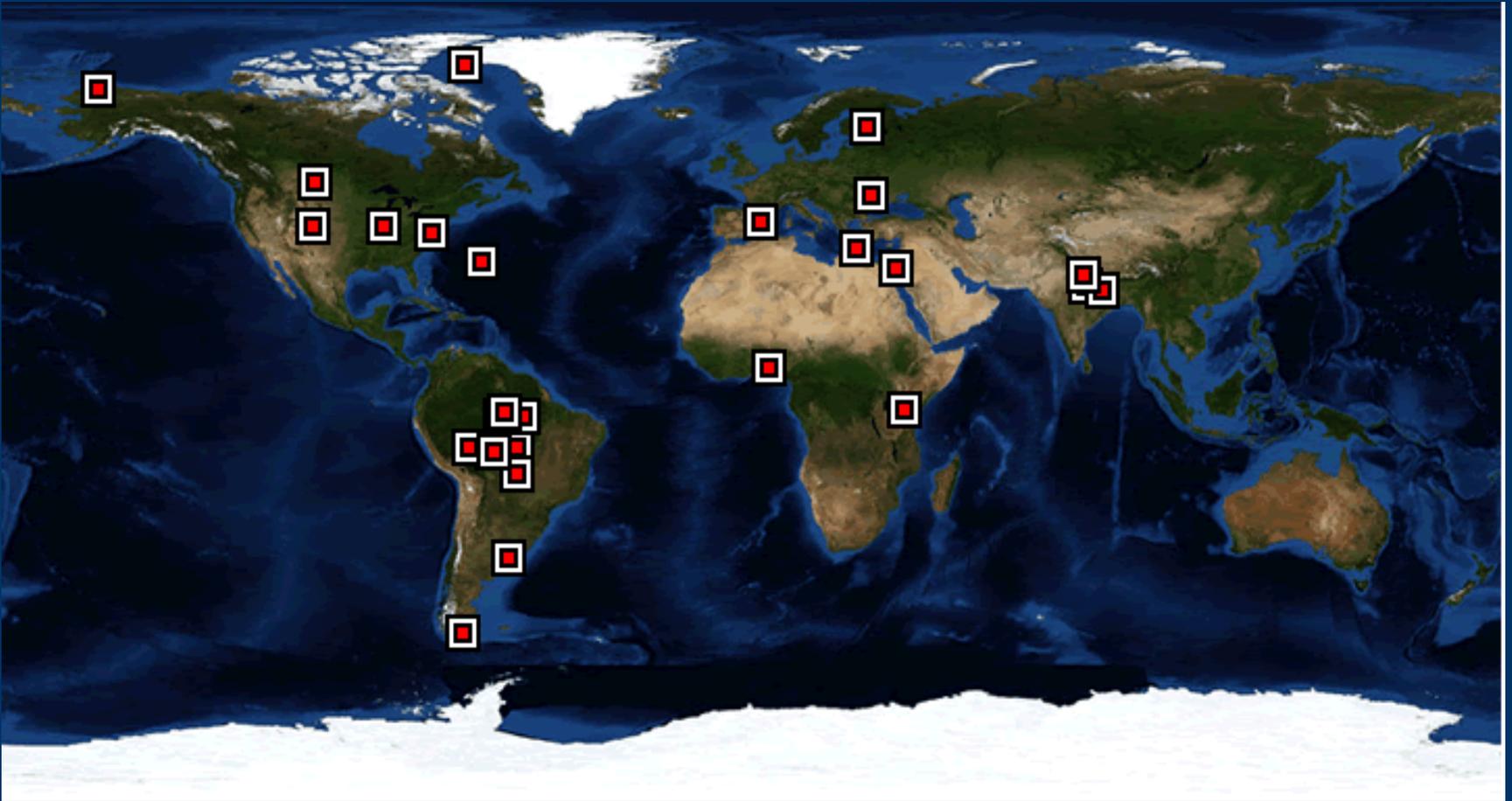


OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Comparación de mediciones



# Solar Radiation Network



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS

# Lidar DIAL para ozono estratosférico. Emisor

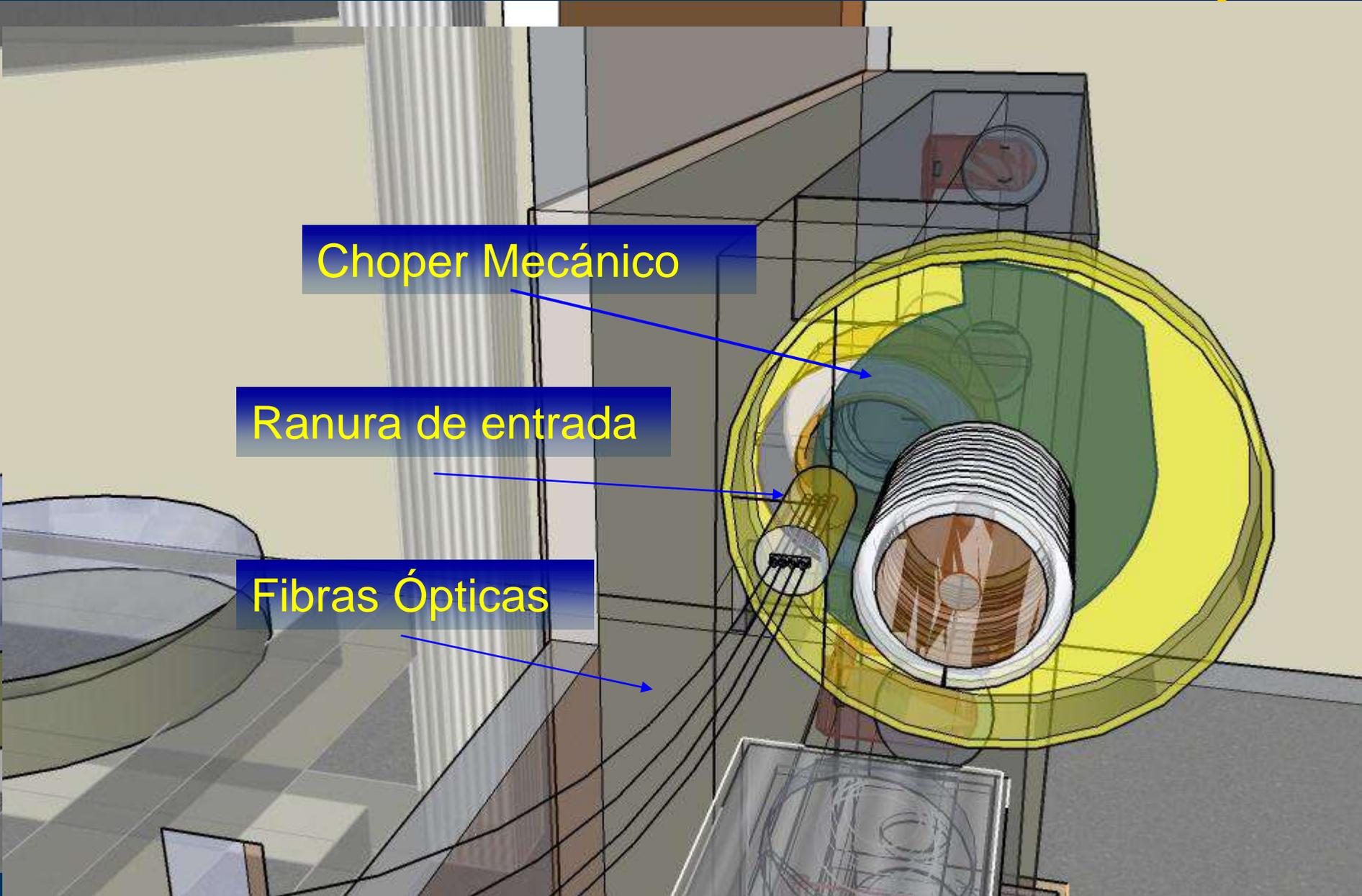
## Lambda Physik LSX 210i Excimer laser (XeCl)

Emitted wavelength	308 nm
Emitted energy	~200 mJ/pulse (max. 300 mJ/pulse)
Repetition rate	30 Hz (max. 100 Hz)
Divergence	0.4 mrad

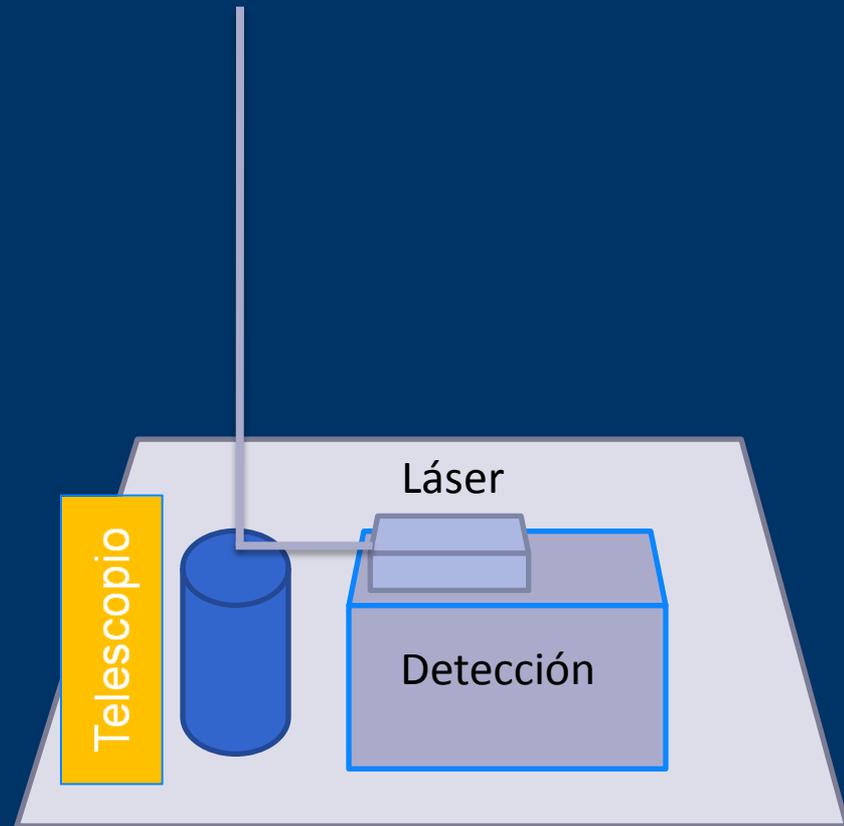
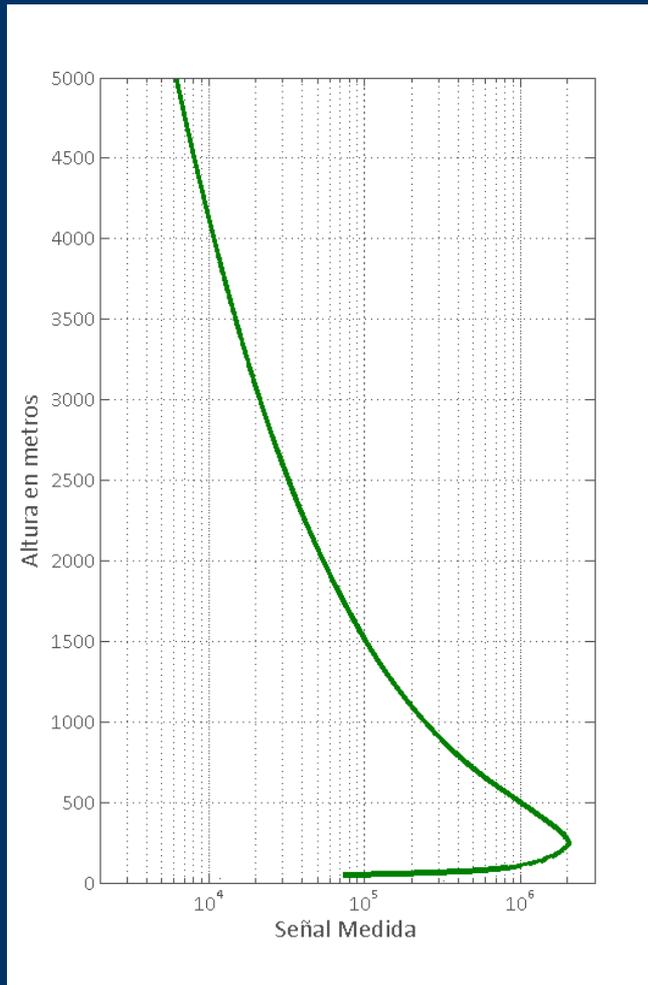
## Quantel 980 Nd-YAG Laser

• Emitted wavelength	1.06 $\mu\text{m}$ , 532 nm, 355 nm
• Emitted energy	~40 mJ/pulse (max. 130 mJ/pulse) @355
• Repetition rate	30 Hz (max. 30 Hz)
• Divergence	0.6 mrad

# Lidar DIAL de ozono estratosférico. Receptor



# Principio de Funcionamiento



Atmósfera Limpia  
(Perfil Molecular)

# Ceremonia inaugural II

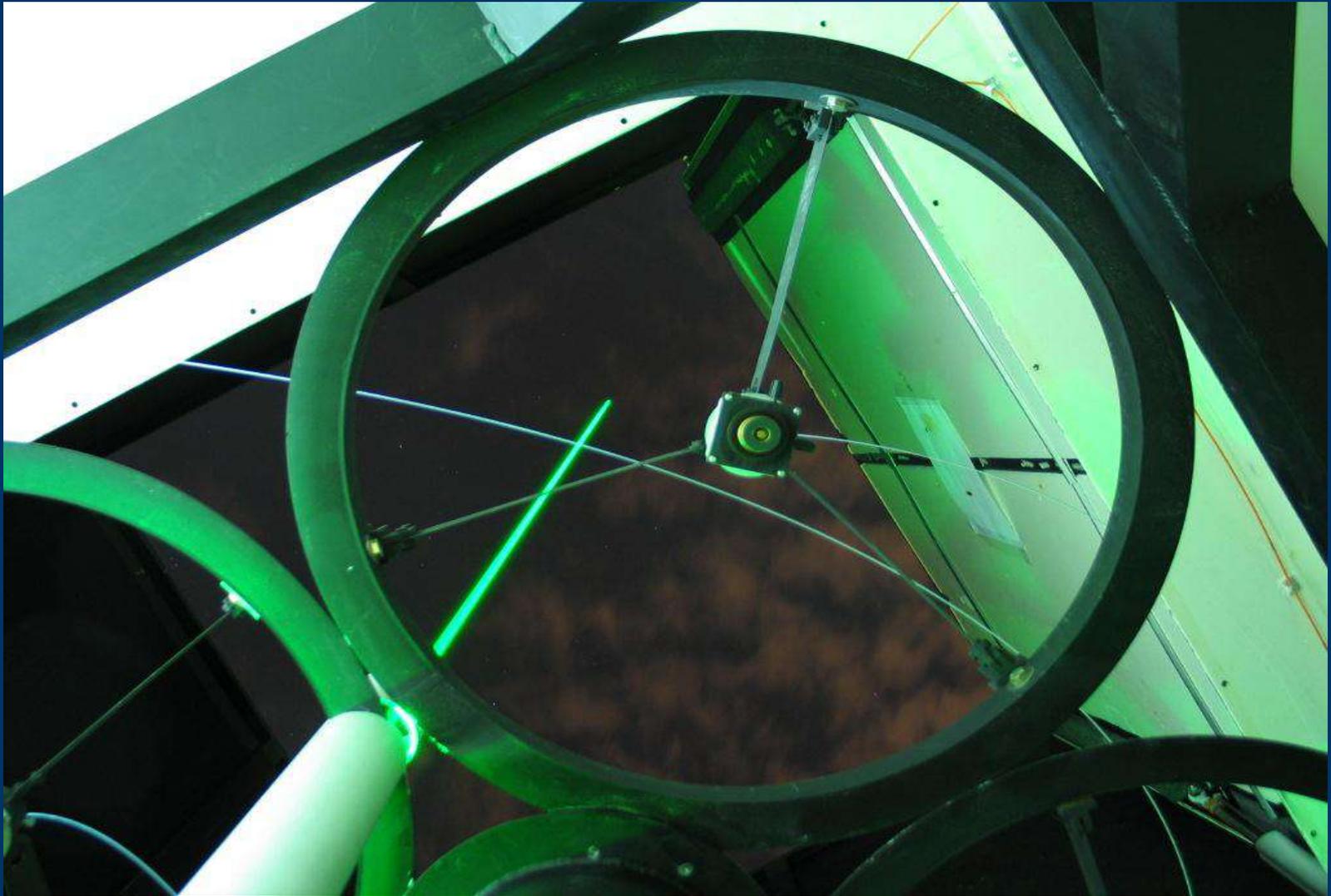


**OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS**

# Capacidades Instrumentales



Dial Ozono



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS



OAPA: SEMINARIO CONMEMORATIVO A 10 AÑOS DE SUS INICIOS EN RÍO GALLEGOS