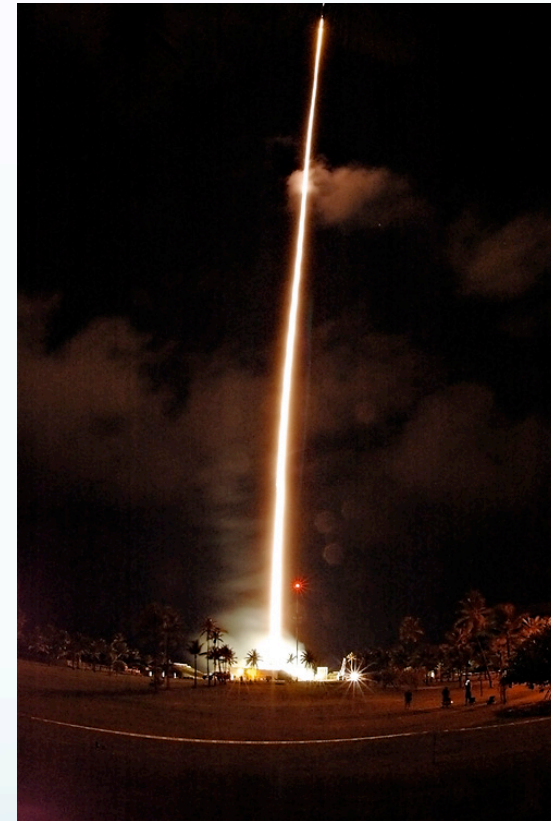
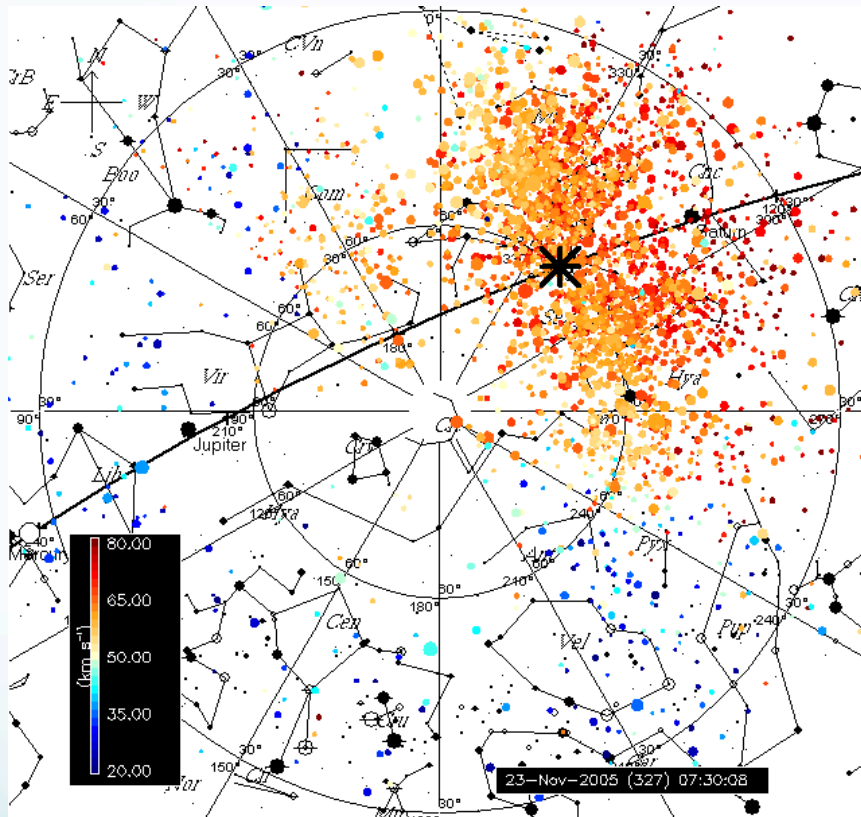


Investigación y Desarrollo en el Radio Observatorio de Jicamarca



J. L. Chau et al.
Radio Observatorio de Jicamarca, Instituto Geofísico del
Perú, Lima

UDEP, 4 de Septiembre del 2009

Contenido

- Introducción
- Investigación y Desarrollo
 - Ciencias espaciales
 - Radar (Instrumentación)
- Desarrollos para otros instrumentos/proyectos
- Oportunidades de prácticas y trabajo para estudiantes y recién egresados
- Estudios de meteoroides en Jicamarca

Introducción



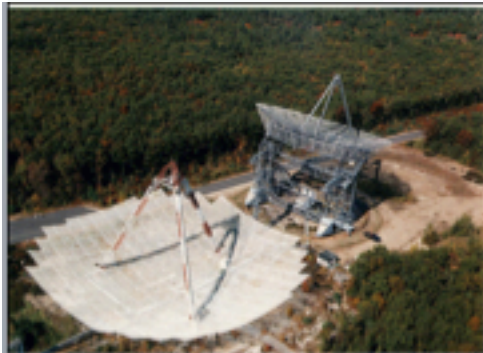
- Ubicado a ~20 km al este de Lima
- Construido a comienzos de los 60's por la Agencia Nacional de Normas (NBS) de los EE.UU.
- Donado al IGP en 1969, desde entonces ha sido operado y modernizado por científicos e ingenieros peruanos.
- Forma parte de la cadena occidental de radares de dispersión incoherente que se extiende desde Groenlandia hasta Perú.
- Debido a la nubosidad casi constante, sobretudo en los meses de Invierno, en el ROJ no se hacían observaciones ópticas.

Cadena radares de dispersión incoherente

Los radares de dispersión incoherente constituyen las herramientas más poderosas hoy en día para estudiar el espacio cercano a la Tierra (la ionosfera y la alta atmósfera)



Radares de dispersión incoherente en el mundo



Irkutsk ISR



Kharkov ISR



MU ISR



ALTAR ISR



VHF 224MHz ISR



UHF ISR Receivers

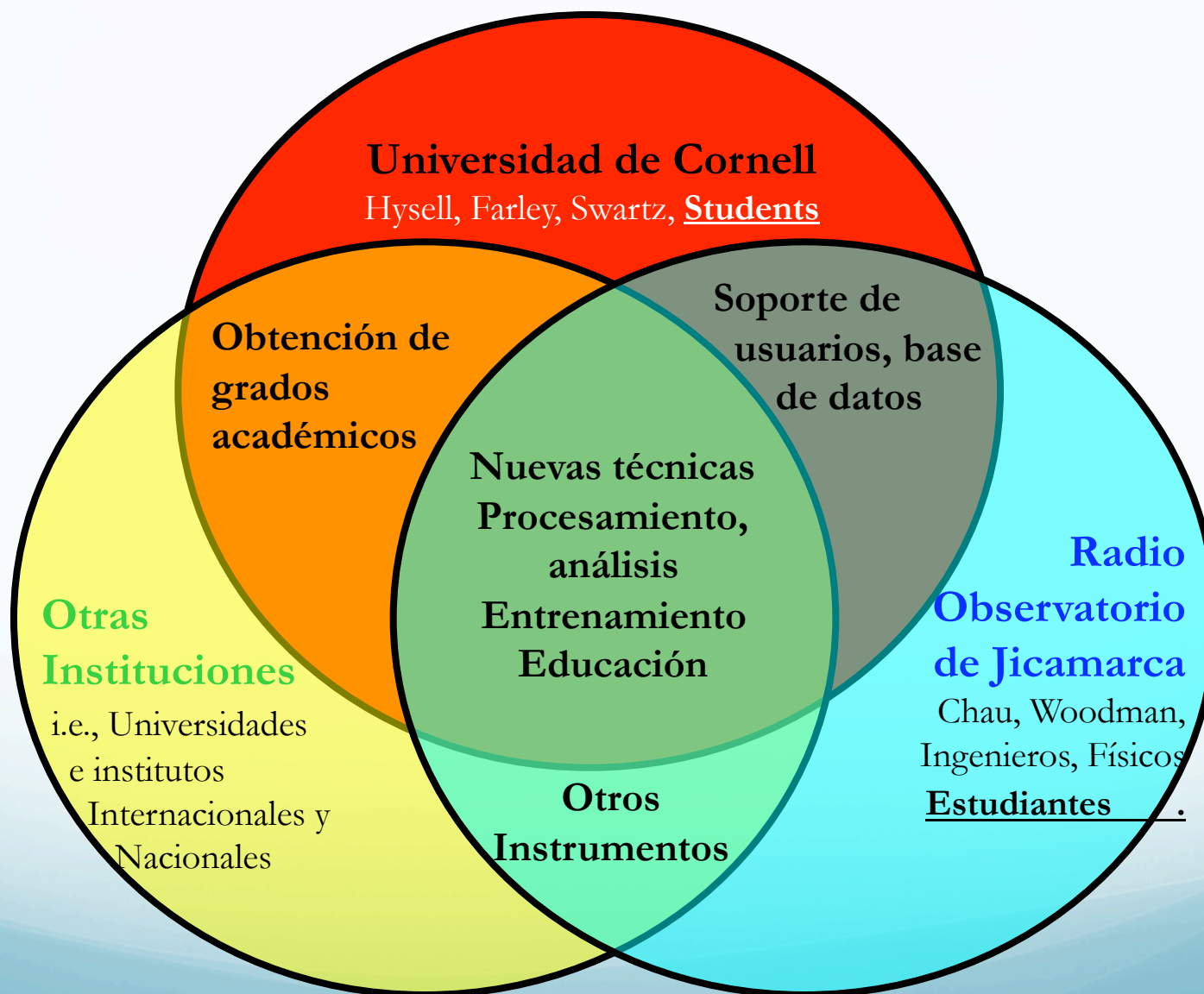


EISCAT Svalbard Radar



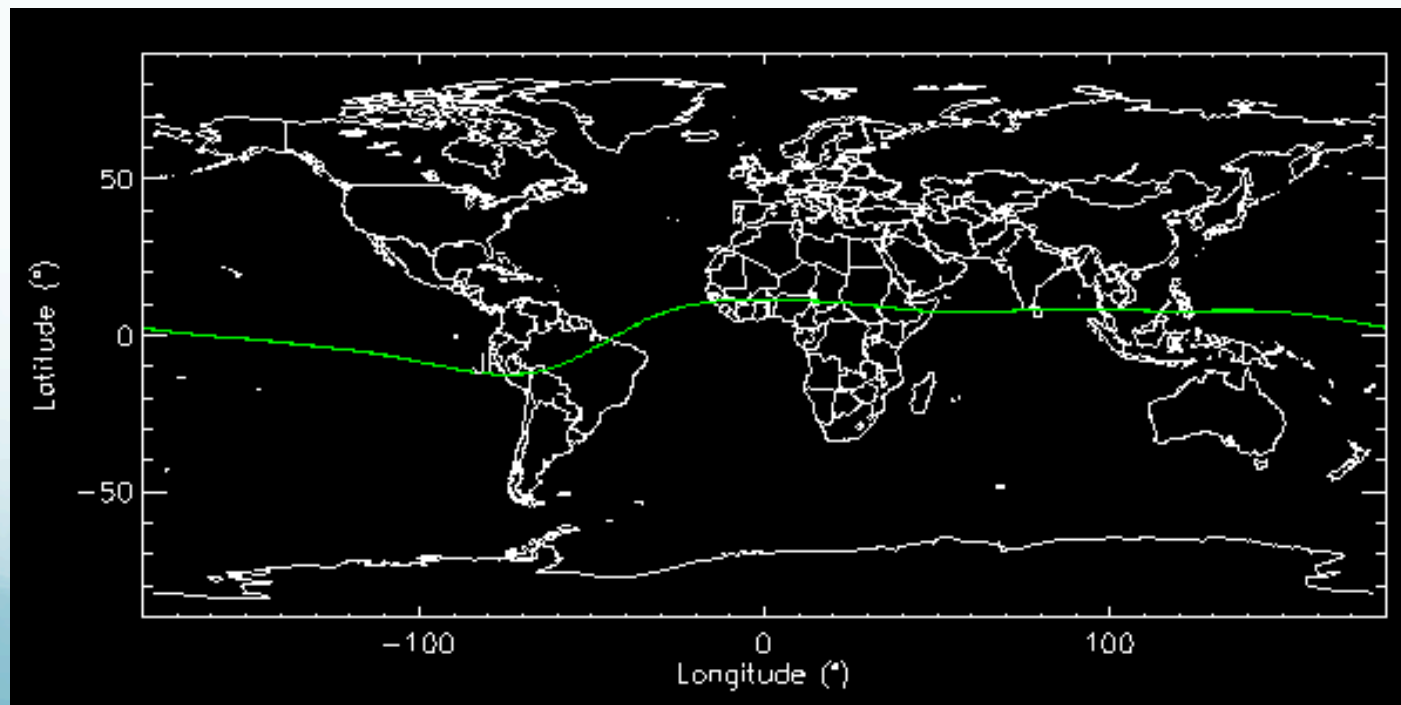


Relaciones con Instituciones



¿Por qué en Jicamarca?

- “Debajo” del ecuador magnético (uso de una gran antena horizontal)
- Contactos locales (el investigador principal, Dr. Ken Bowles, ya había trabajado con personal del IGP durante IGY 1958)
- Facilidad de acceso aéreo y marítimo (cerca de Lima y Callao)
- Libre de interferencia electromagnética externa (rodeado de montañas)





Espacio cercano: Atmósfera y Ionosfera

Ionización:

$O, N_2, O_2 + \text{luz solar} \rightarrow e + \dots$

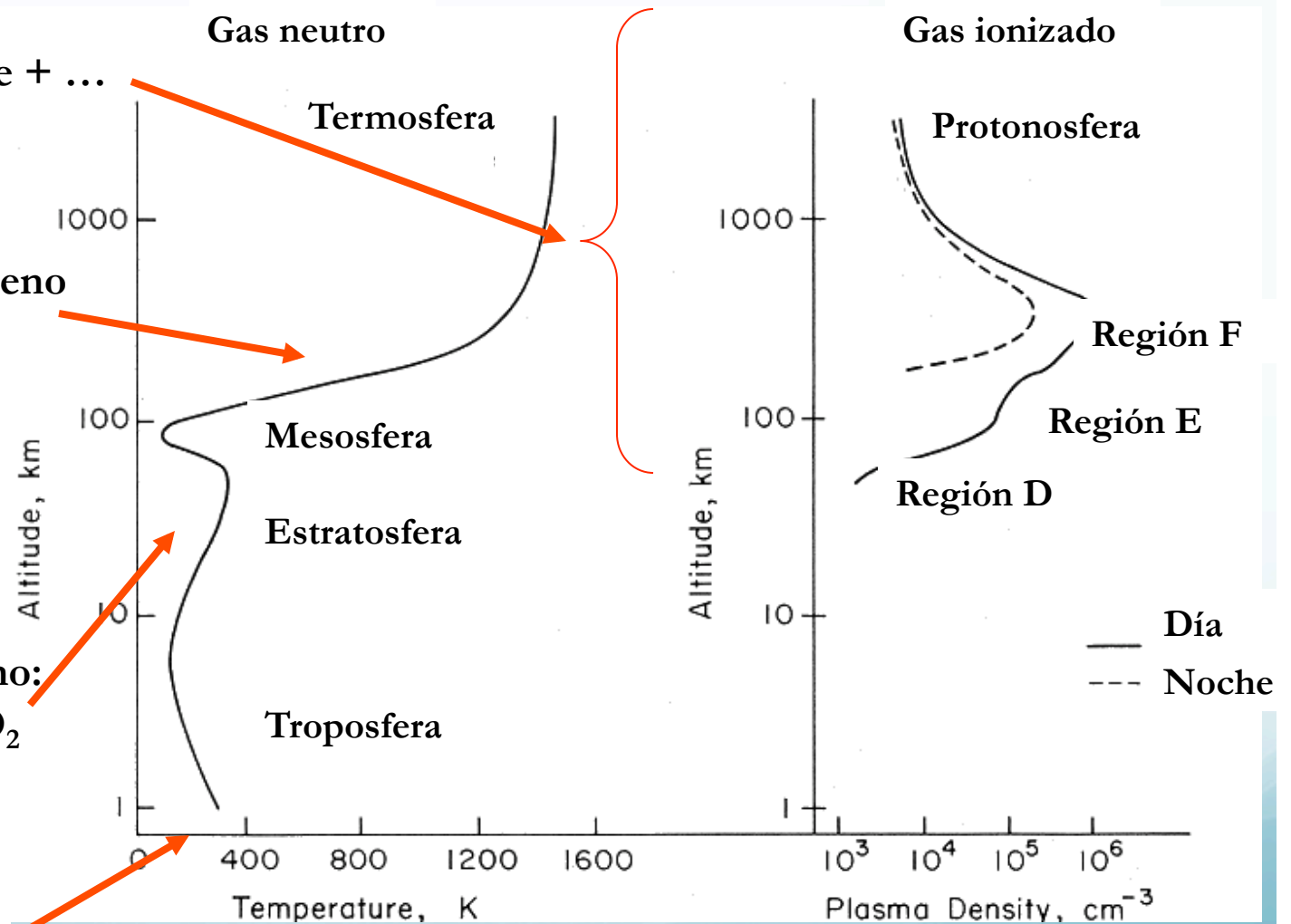
Calentamiento por Oxígeno

$O_2 + \text{luz solar} \rightarrow O + O$

Calentamiento por Ozono:

$O_3 + \text{luz solar} \rightarrow O + O_2$

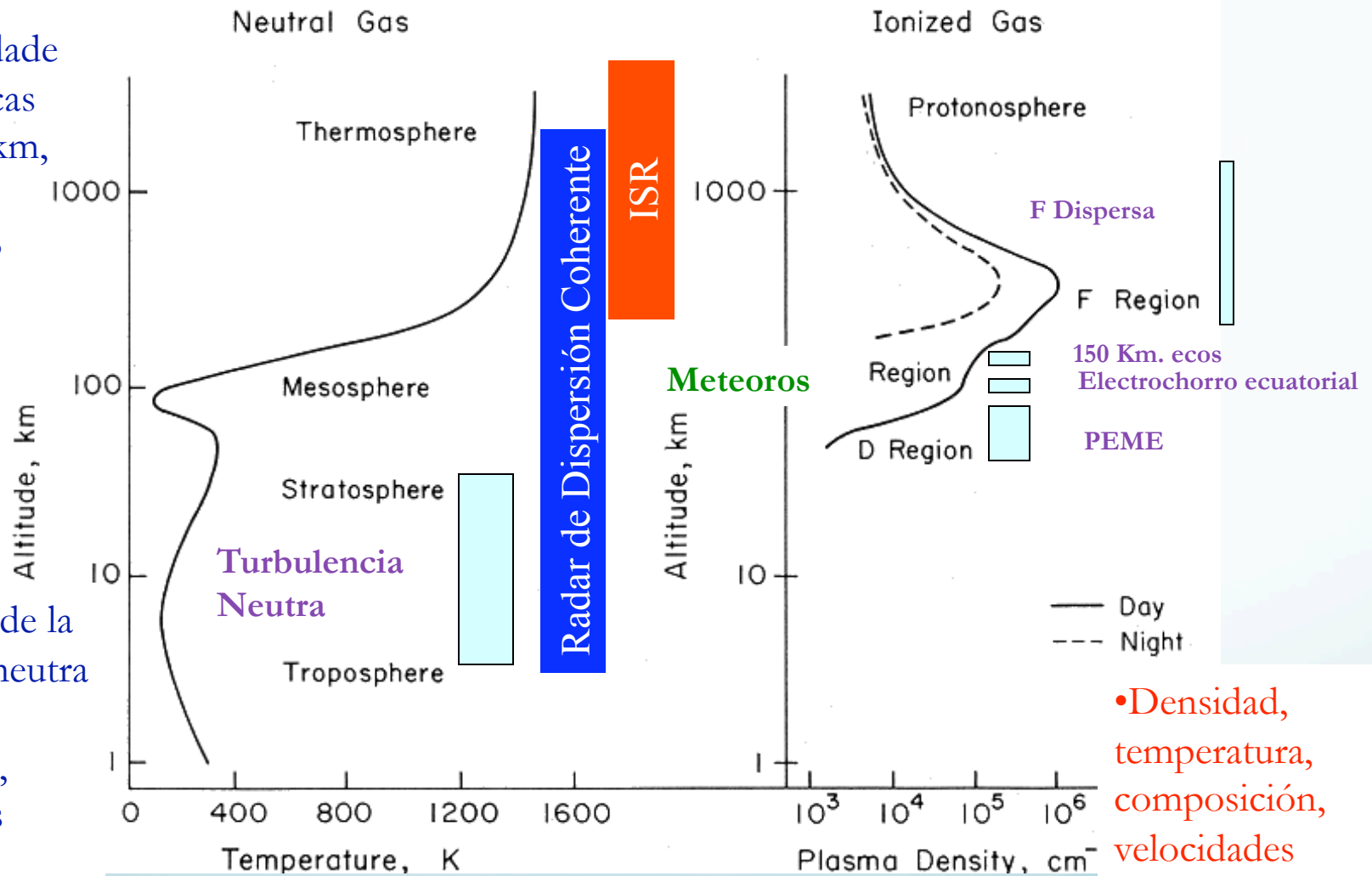
Calentamiento de la
Superficie



¿Qué estudiamos?

- Irregularidades ionosféricas (EEJ, 150-km, ESF).
- SAR, GPS

- Dinámica de la atmósfera neutra (vientos, turbulencia, velocidades verticales)
- Meteorología, aviación.



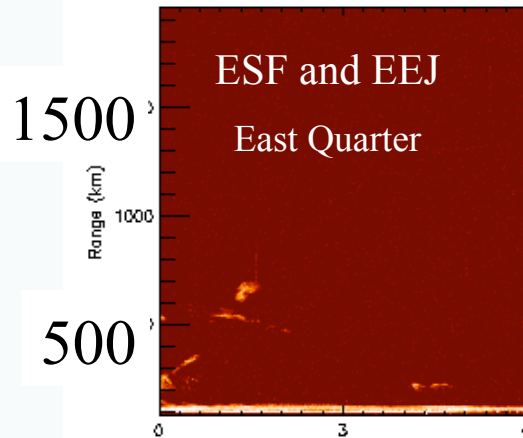
- Densidad, temperatura, composición, velocidades
- Modelamiento, tiempo espacial

Publicaciones ROJ 1960-2009

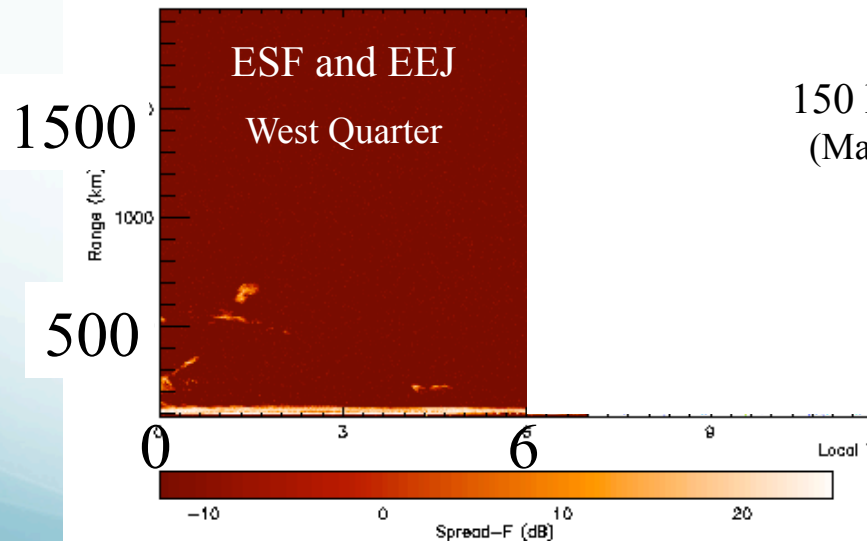
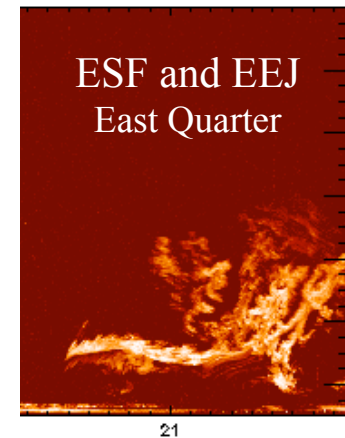


JULIA: Ecos arriba de los 100 km

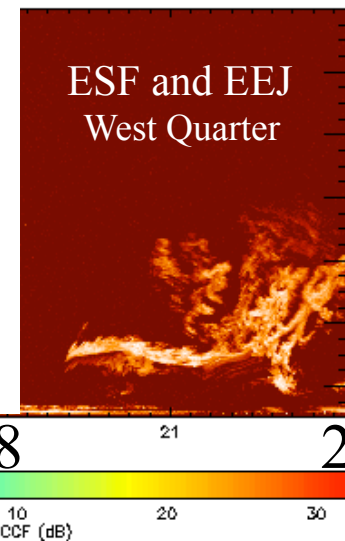
Signal to Noise Ratio CCF-SPC Channel(A) - Date: 23-Mar-2006



EEJ
(Oblique Yagis)



150 km echoes
(Main vertical)



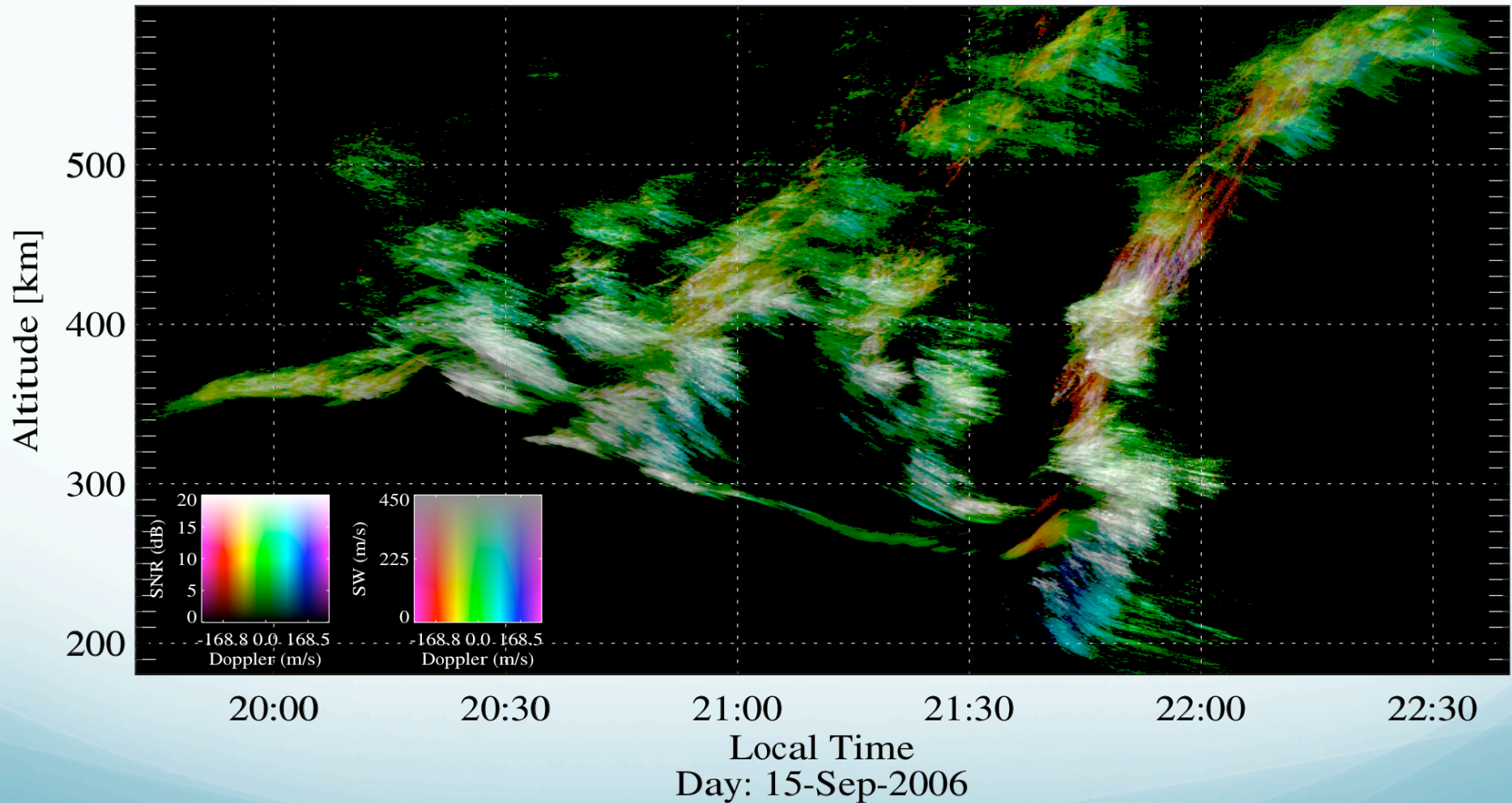
ESF: F dispersa (noche)

Ecos de 150-km: Día

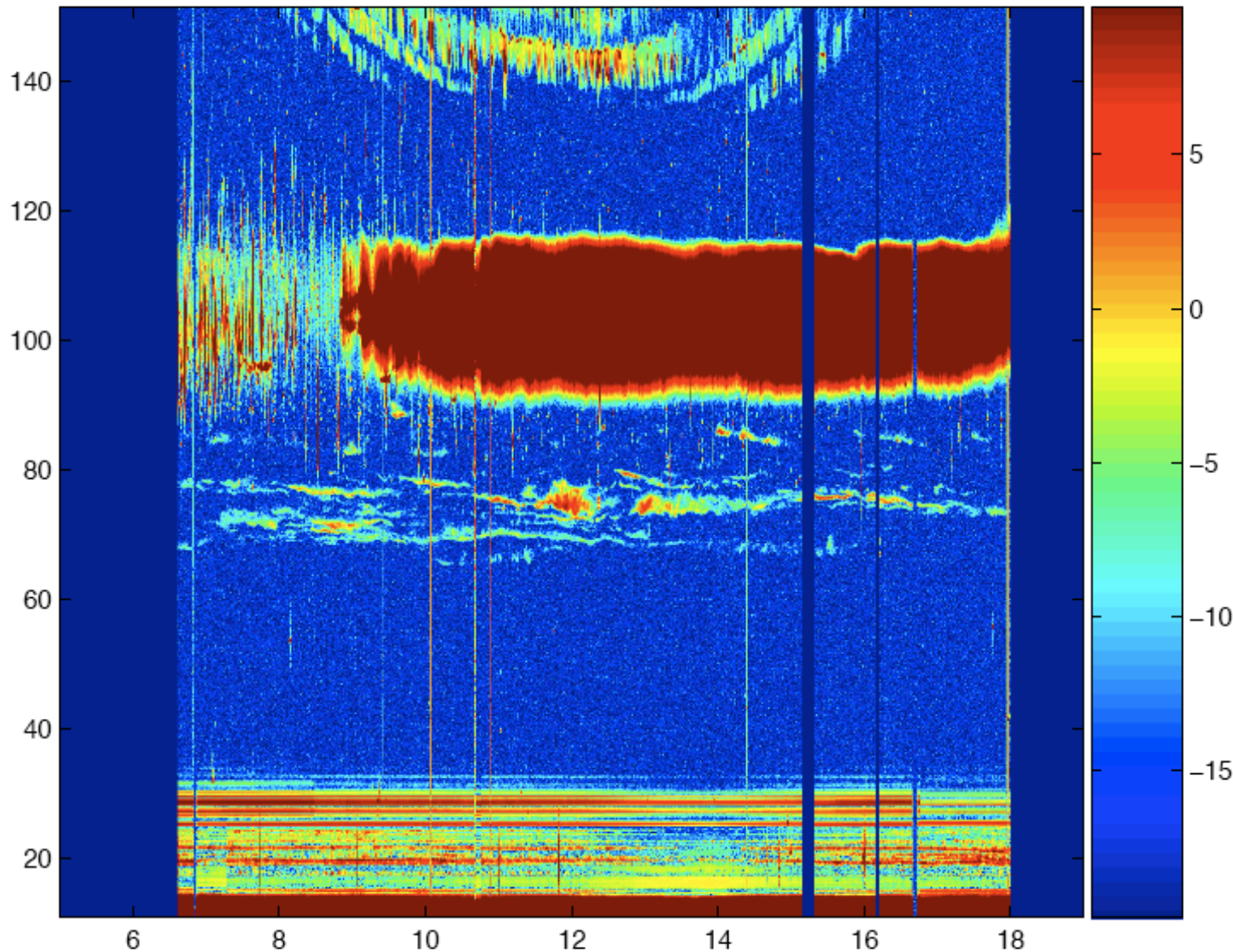
EEJ: Electrochorro ecuatorial (todo el día)

Tormentas convectivas Ionosféricas (F dispersa)

RTDI over JRO



Ecos coherentes debajo de los 200 km



Ecos de 150-km
Día

Electrochorro
Todo el día

Ecos de Meteoros Todo el día

Ecos Mesosféricos
Día

Ecos Estratosféricos y troposféricos
Todo el día

Radares peruanos para estudios atmosféricos/ionosféricos

Radio Observatorio de
JICAMARCA
Radio Observatory



Radar: Funcionamiento simplificado

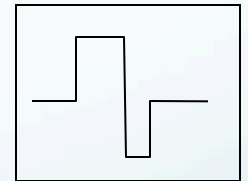
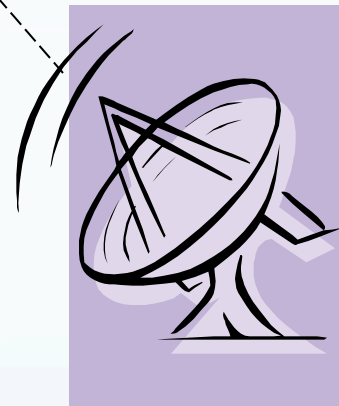
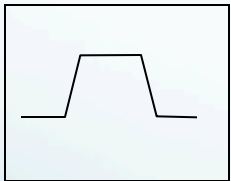
Dispersor isotrópico con
sección transversal σ

$$\vec{r}_{r1} = \vec{r}_d - \vec{r}_{Rx1}$$

$$E_i \propto \frac{\sqrt{g_{Tx}}}{|\vec{r}_i|} e^{j\vec{k}_i \cdot \vec{r}_i - \omega_0 t}$$

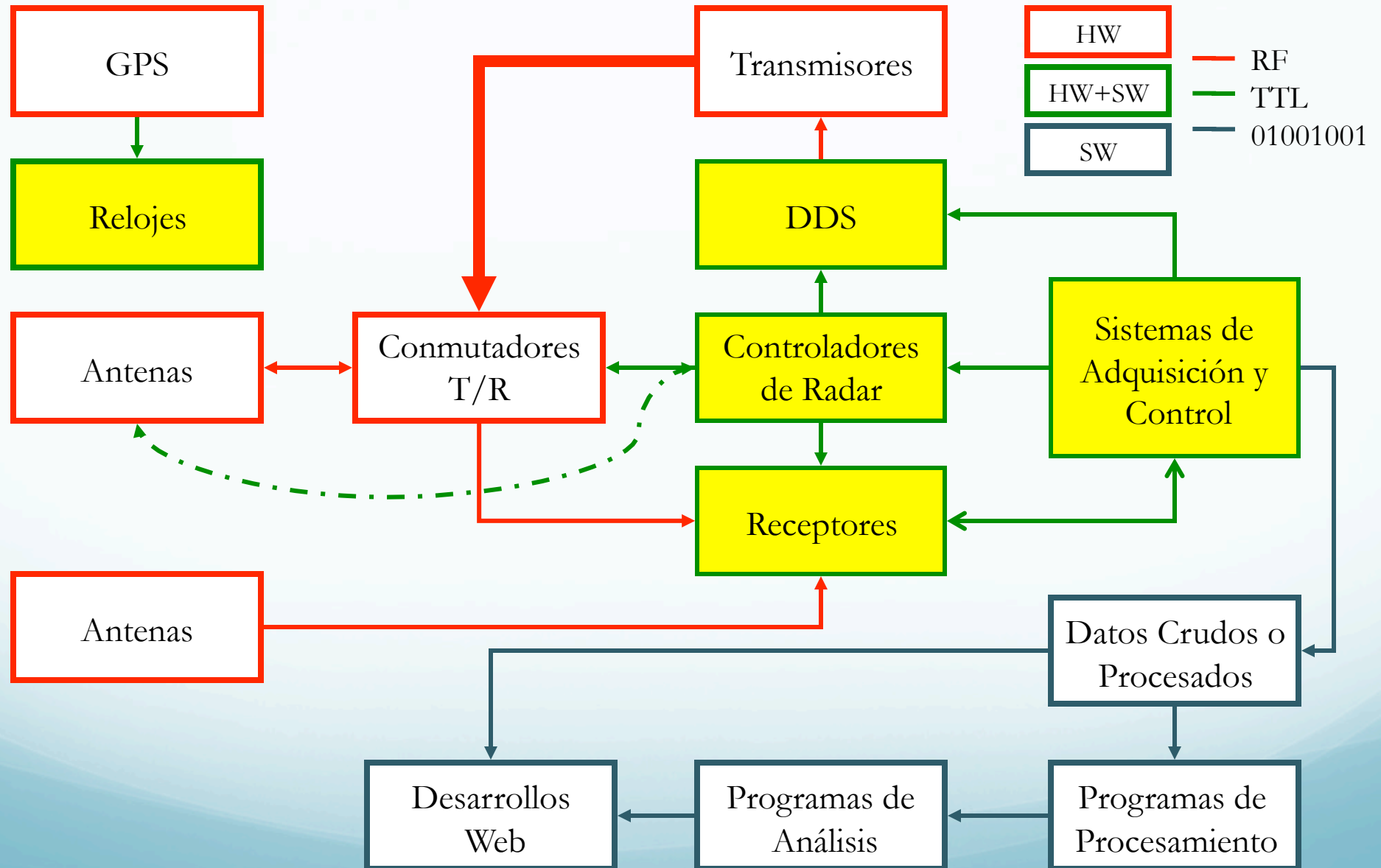
$$\vec{r}_i = \vec{r}_d - \vec{r}_{Tx}$$

$$g = \frac{4\pi A}{\lambda^2}$$



$$E_{r1} \propto E_i \sigma \frac{\sqrt{A_{r1}}}{|\vec{r}_{r1}|} e^{-j\vec{k}_{r1} \cdot \vec{r}_{r1}} \propto \frac{\sqrt{g_{Tx} g_{Rx}}}{|\vec{r}_i| |\vec{r}_{r1}|} \sigma e^{j(\vec{k}_i \cdot \vec{r}_i - \vec{k}_{r1} \cdot \vec{r}_{r1} - \omega_0 t)}$$

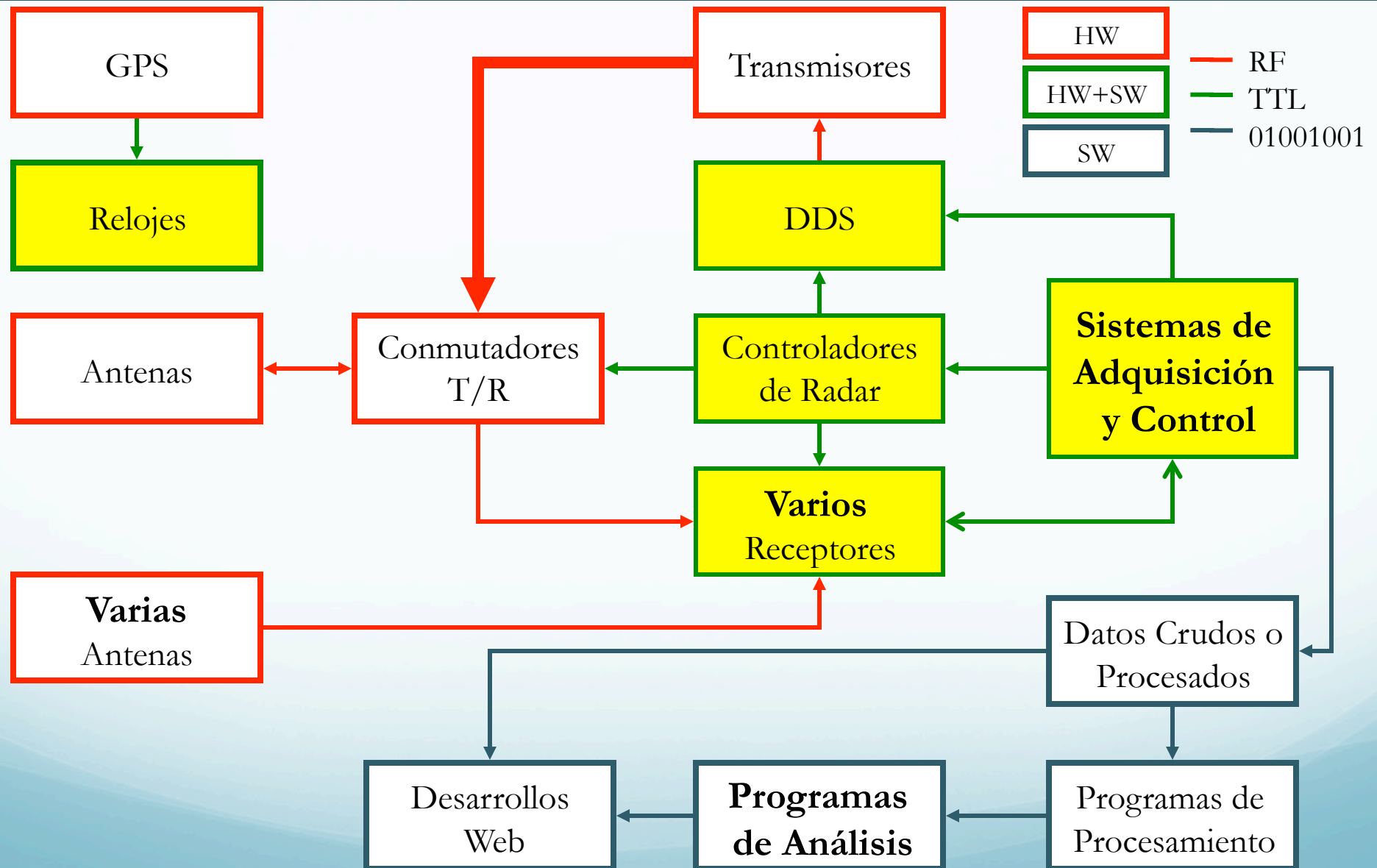
Radar: Diagrama de Bloques



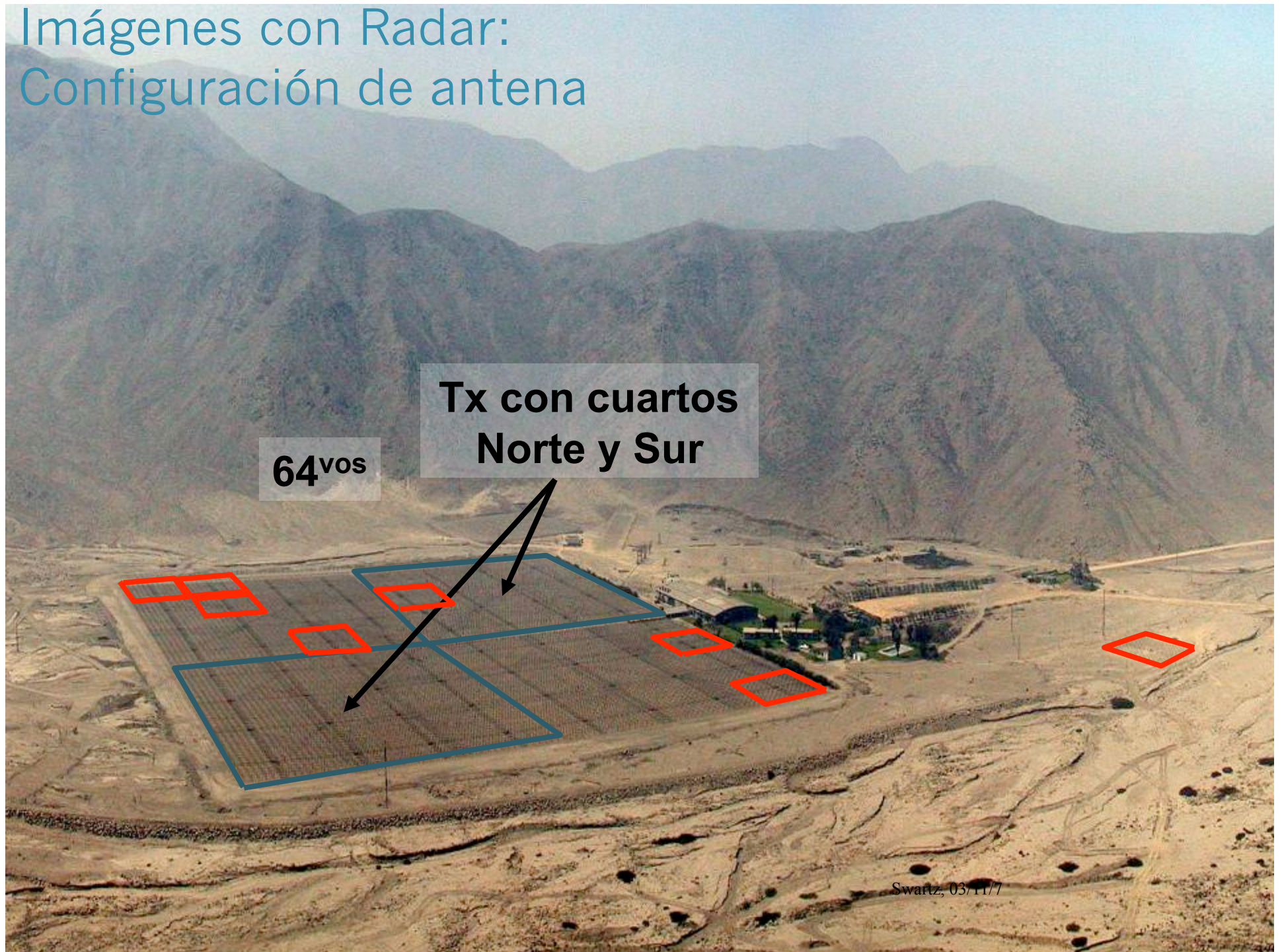
Electrónica en el ROJ

- Radio frecuencia y electromagnetismo (e.g., antenas, transmisores, etc.)
- Automatización (e.g., operación de txs)
- Control (e.g., osciladores de precisión usando GPS)
- Desarrollo de hardware (e.g., equipos de radar)
- Desarrollo de software (e.g., software radio)
- Redes y computación (e.g., base de datos, protocolos web, etc.)
- Procesamiento de señales (e.g., estimación de imágenes, procesamiento espectral, detección de objetivos)

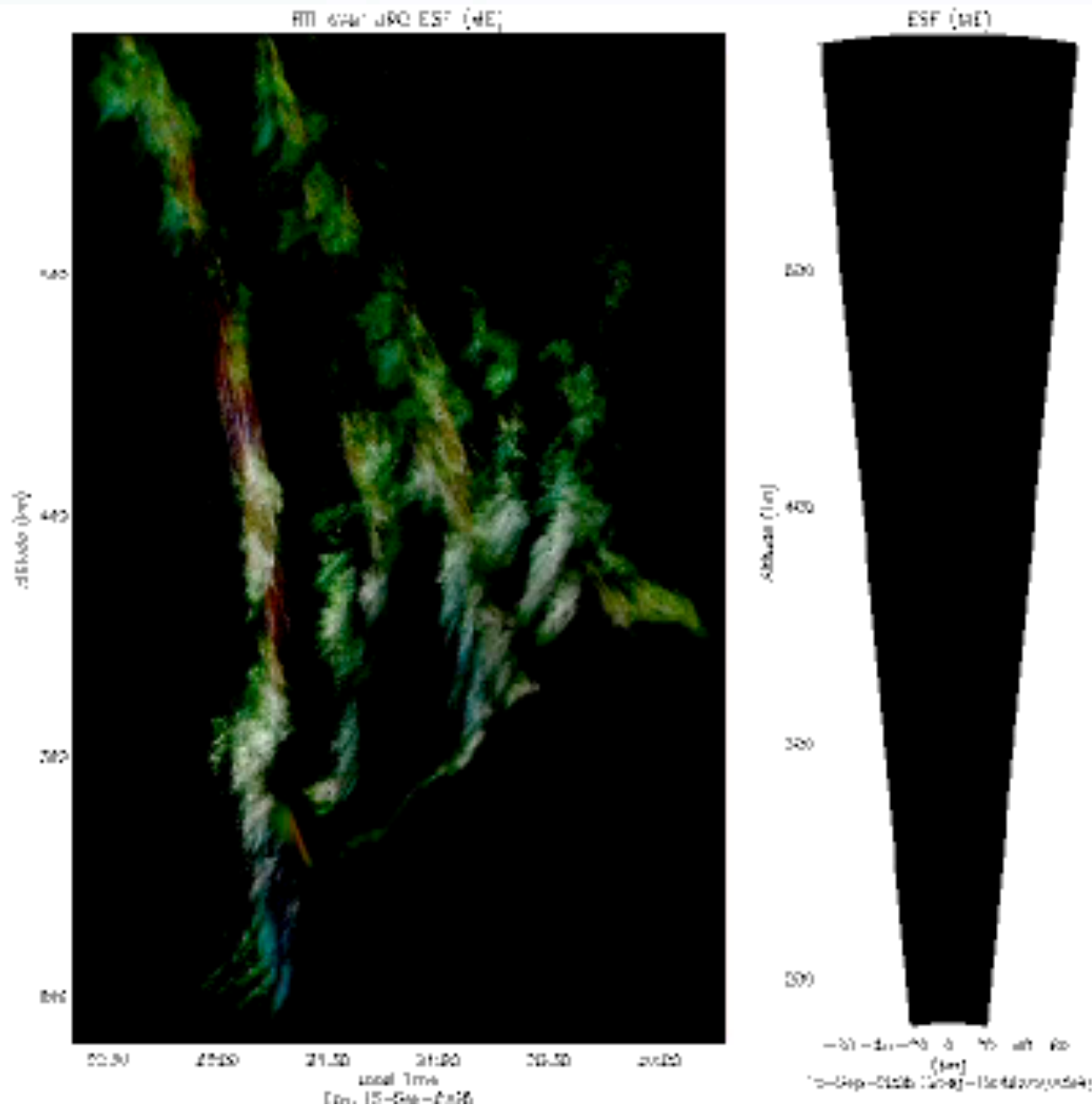
Imágenes con Radar: Diagrama de Bloques del Radar



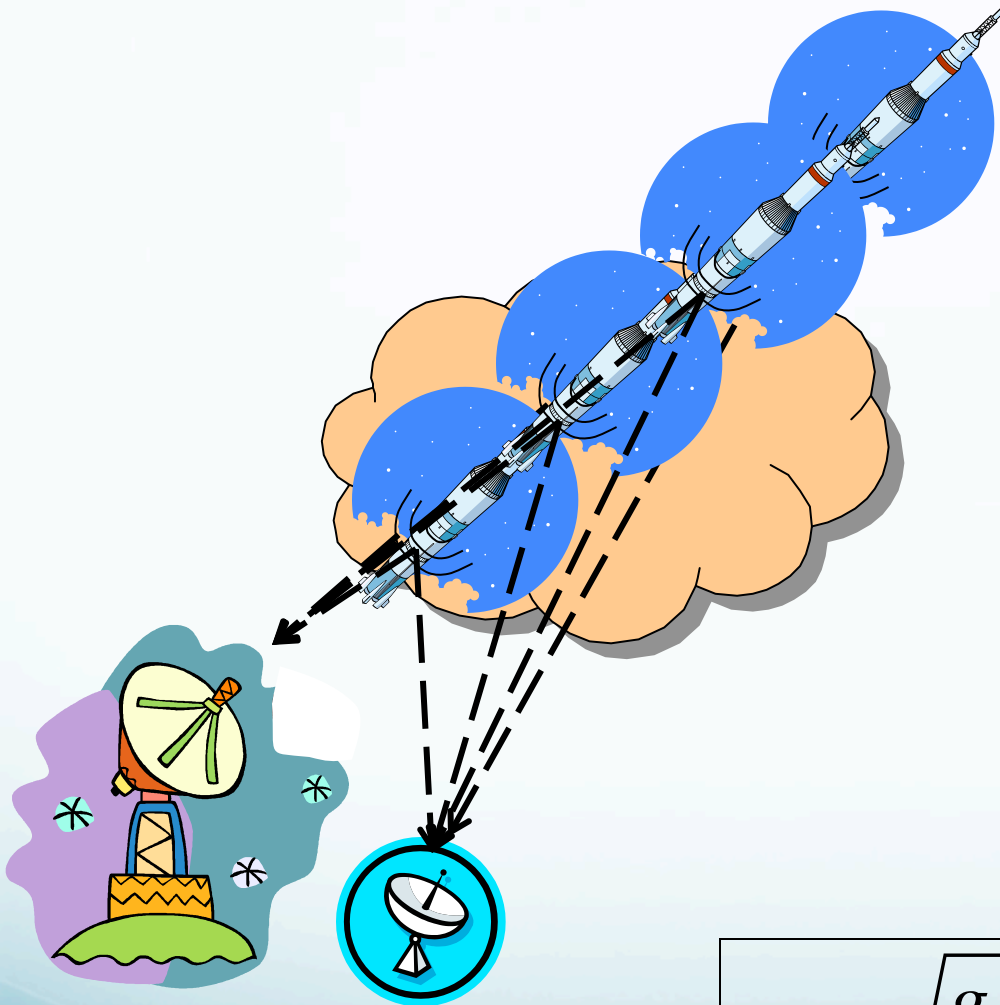
Imágenes con Radar: Configuración de antena



Imágenes con Radar: Ejemplo de irregularidades de la región F



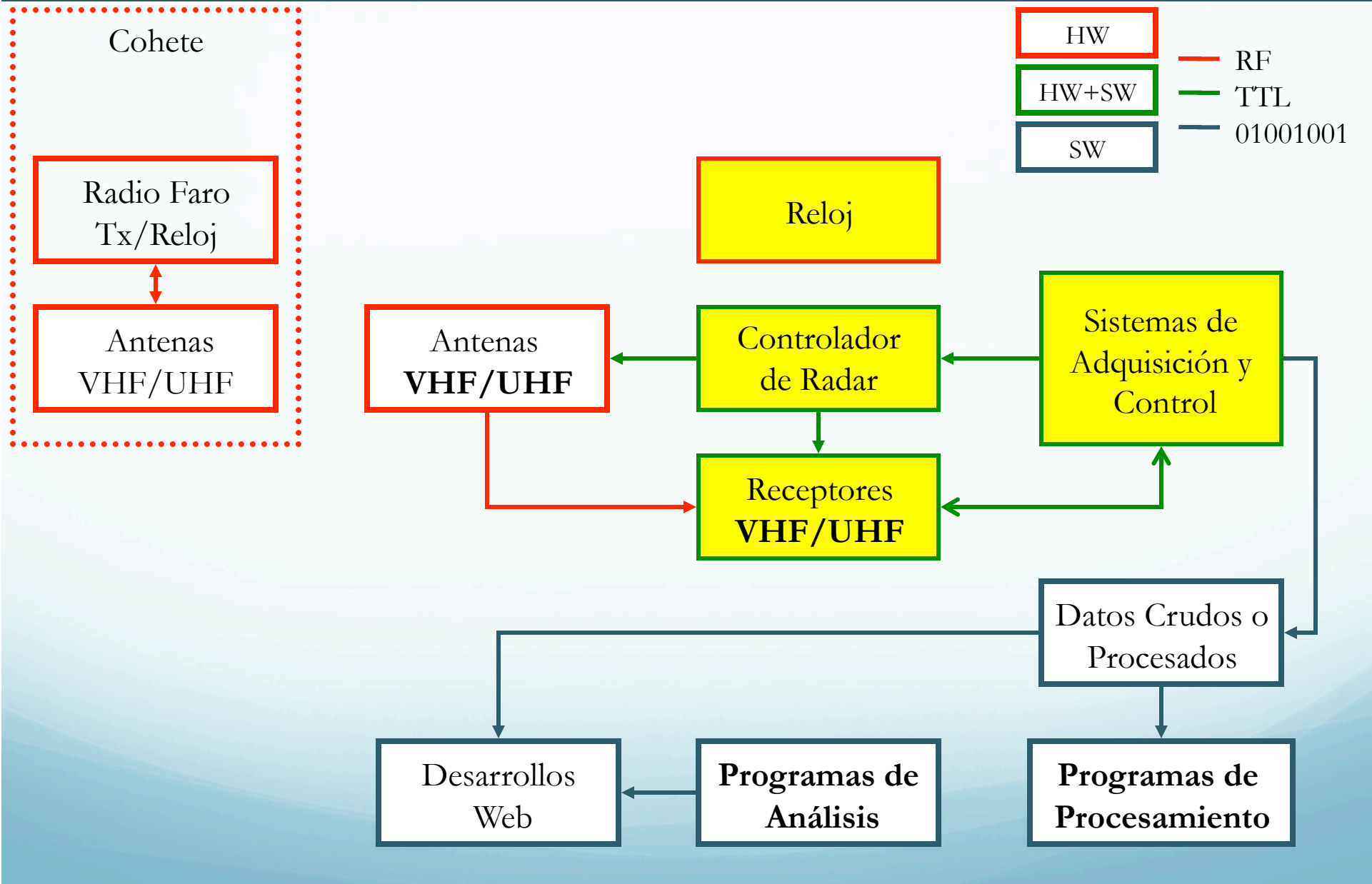
PERSEUS: Funcionamiento simplificado



- Dos txs a bordo de un cohete emiten RF a diferentes frecuencias (VHF y UHF) .
- En tierra se utilizan sistemas de recepción para ambas frecuencias y en algunos casos espaciadas.
- La señal llega atenuada y con diferente fase dependiendo del medio que tenga que atravesar y la frecuencia que se utilice.
- Interesa estudiar el medio que atraviesa la señal.

$$E_{r1} \propto \frac{\sqrt{g_{Tx}(\theta_{Tx}(t))g_{Rx}(\theta_{Rx}(t))}}{|\vec{r}_{r1}(t)|} \sigma_{mf} e^{j(\phi_{mf} - 2\pi f t)}$$

PERSEUS: Diagrama de Bloques



Otros Proyectos

- **SIMA**: Radar de vigilancia costera
- **MSarango**: Desarrollo de software y asesoría para un radar atmosférico hecho en el Perú para la Universidad de Tromso en Noruega.
- **TUMIMED**:
 - Desarrollo de sistemas embebidos para una máquina de anestesia prototipo (Proyecto FINCYT)
 - Servicio de ensamblaje de magnetómetro
- Boston College: Red sudamericana de sensores para el estudio de la ionosfera ecuatorial (Proyecto **LISN**)

Estudiantes ROJ

- Más de 60 tesis de Ph.D. con temas relacionados al ROJ o “ex-alumnos” ROJ
 - la gran mayoría en Universidades de los EE.UU.
 - 12 graduados peruanos, 7 de los cuales han trabajado en el ROJ antes de seguir estudios de post grado.
 - 6 ex-ROJ han comenzado estudios de Ph.D. en EE.UU. en los últimos 6 años.
- Más de dos docenas de tesis de grado, la gran mayoría de instituciones peruanas.

Programas para estudiantes peruanos

- Dirigido a:
 - Estudiantes de 3ro, 4to y 5to año y egresados.
 - Ramas: Física, Ingenierías y Matemáticas
 - Duración (meses): 3-6 (practicantes), 6-12 (tesistas)
- Horarios: Lunes a Jueves de 8 am a 6 pm
- Prácticas incluyen:
 - Movilidad y almuerzos
 - En el caso de tesistas, gastos relacionados a la tesis.
- Postulación
 - Llenar formato que se encuentra en nuestra web
 - Carta de interés
 - Dos cartas de recomendación

http://jro.igp.gob.pe/common_files/internship/practicante.php

¿Dónde están nuestros ex-ROJ?

- Universidades (e.g., C. La Hoz, M. Ierkic, J. Urbina, ...)
- Centros de investigación (e.g., C. Valladares, E. Norabuena, ...)
- Industria (e.g., C. Gonzales, J. Heraud, W. Camacho, M. Leiva, M. Sarango, ...)
- Estudiando (e.g., M. Milla, E. Pacheco, R. Ilma, G. Michhue, P. Reyes, D. Scipion, ...)

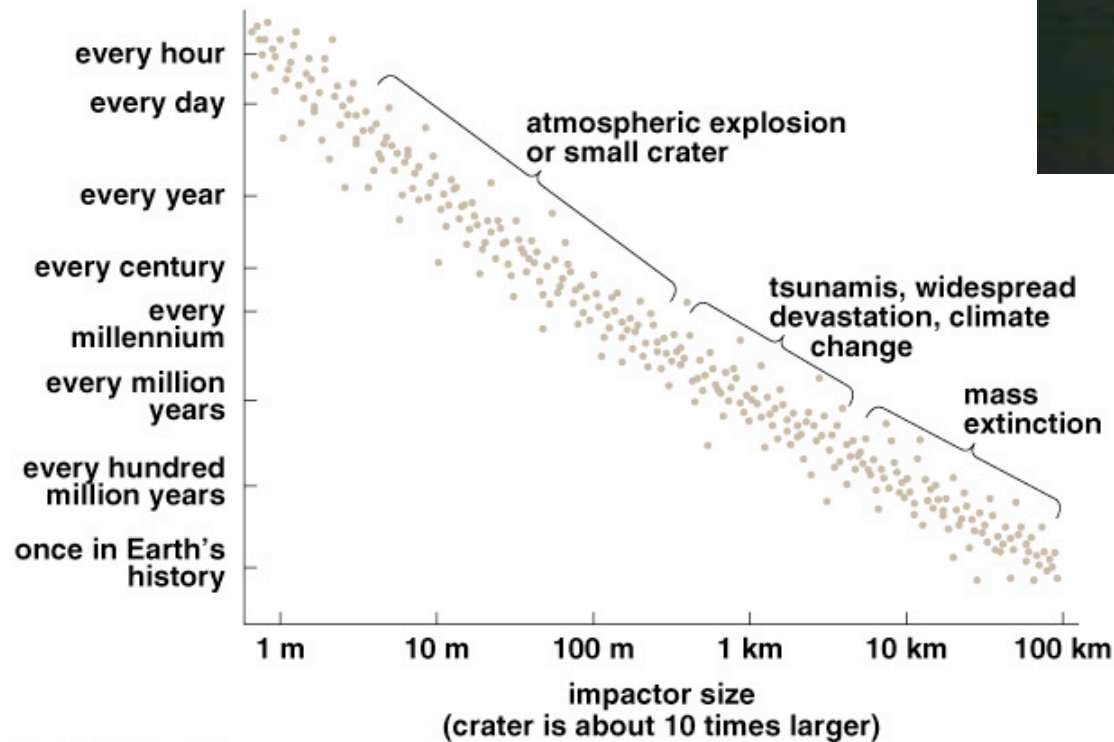


**Jicamarquinos en ISEA12
Creta, Grecia, 2008**

Estudio de Meteoroides

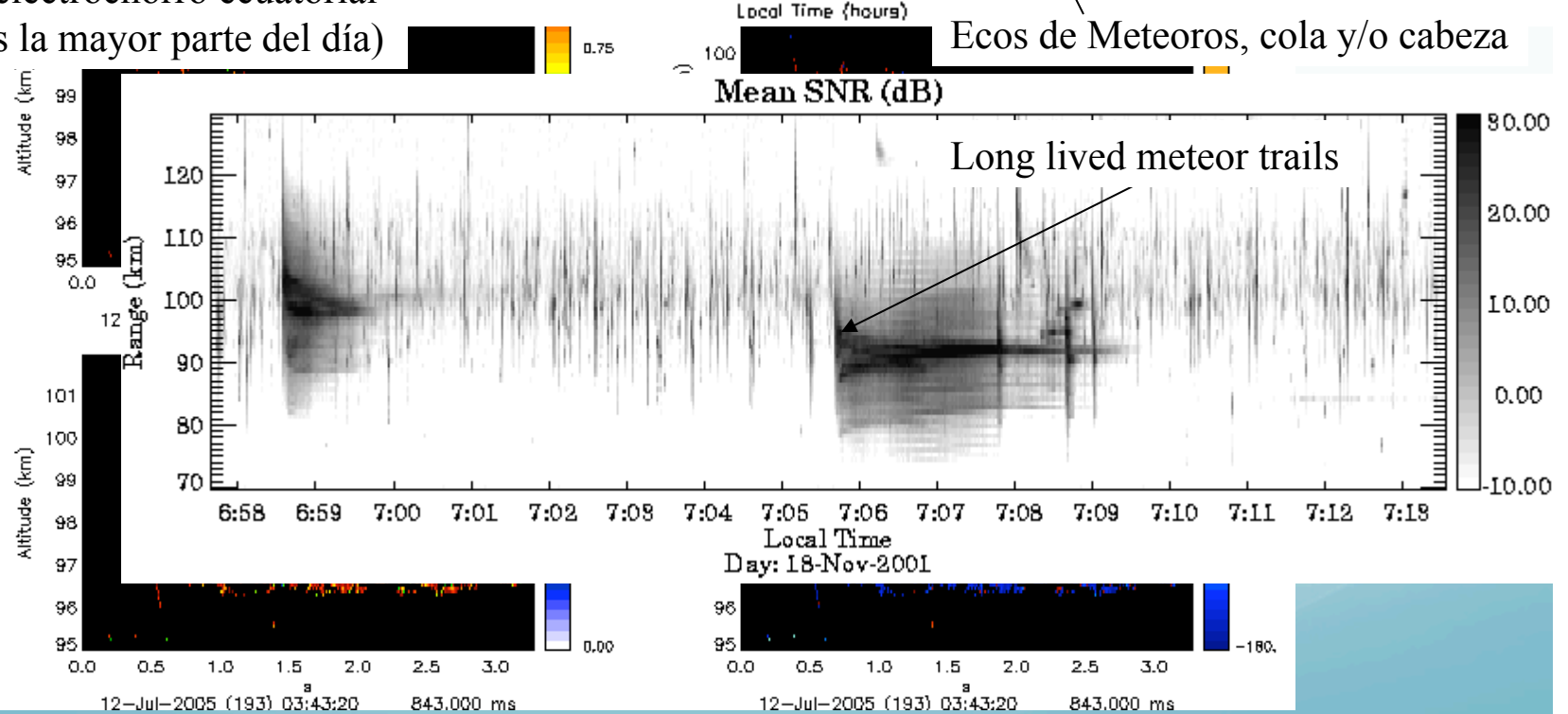
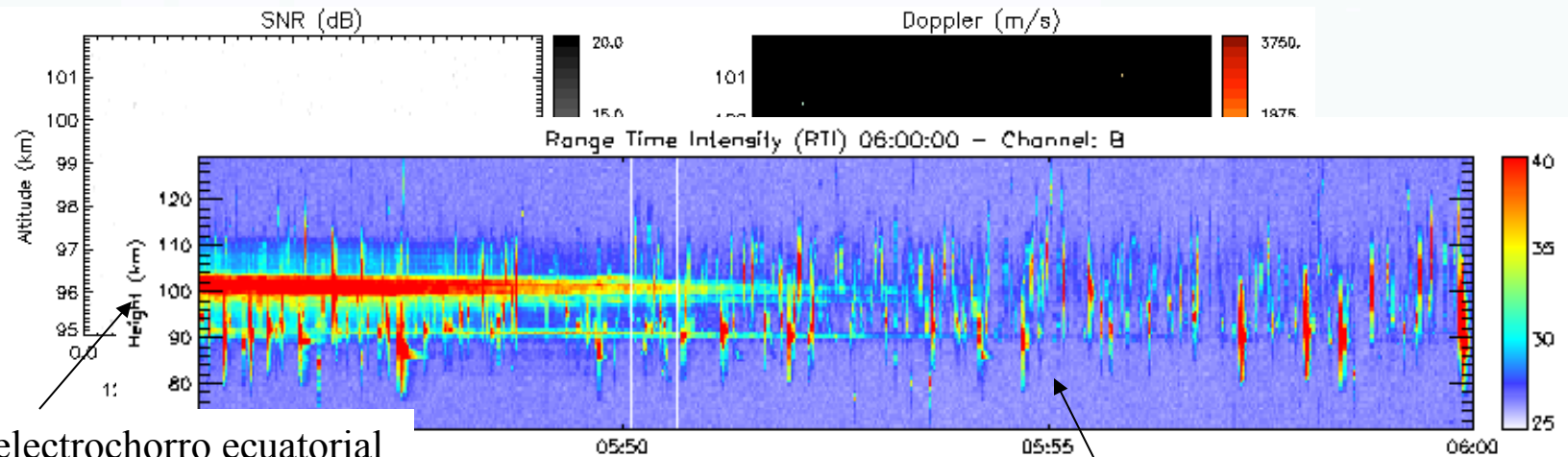
Peakskill Fireball

from <http://image.gsfc.nasa.gov/poetry/movies/movies.html>

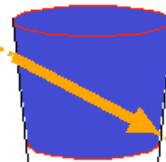
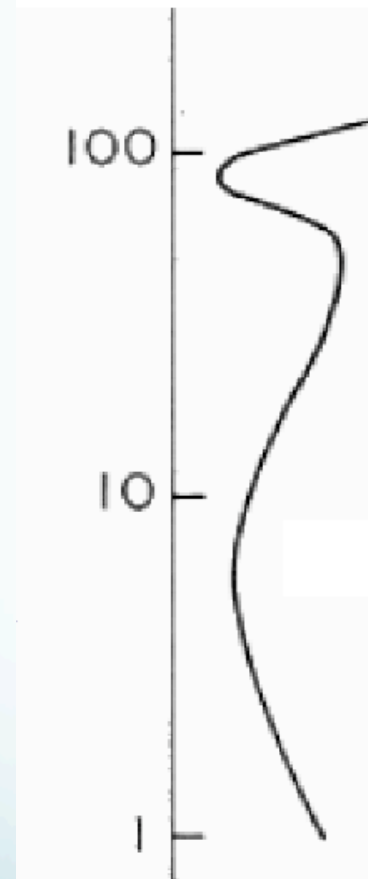


Copyright © Addison Wesley.

Meteoros sobre Jicamarca



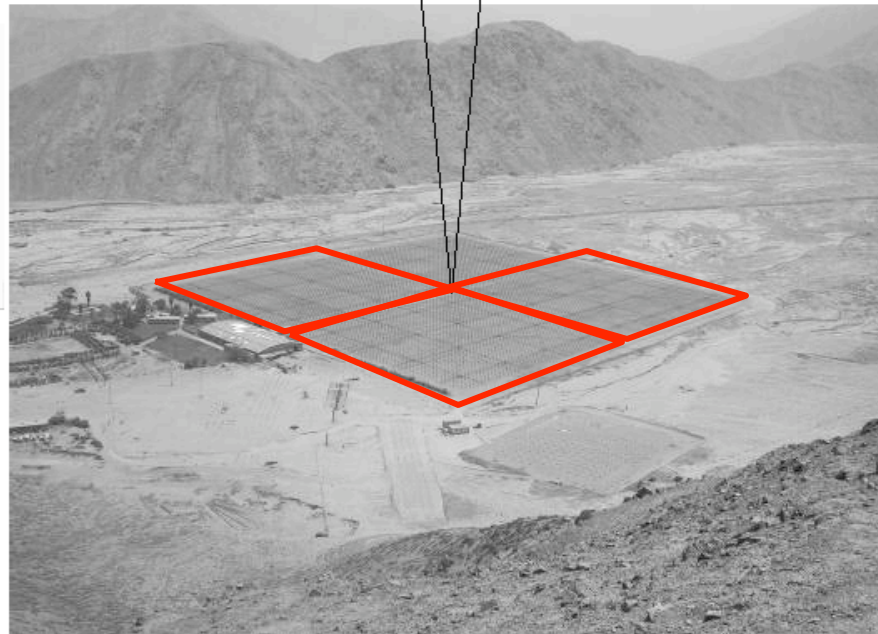
Jicamarca como detector de meteoros



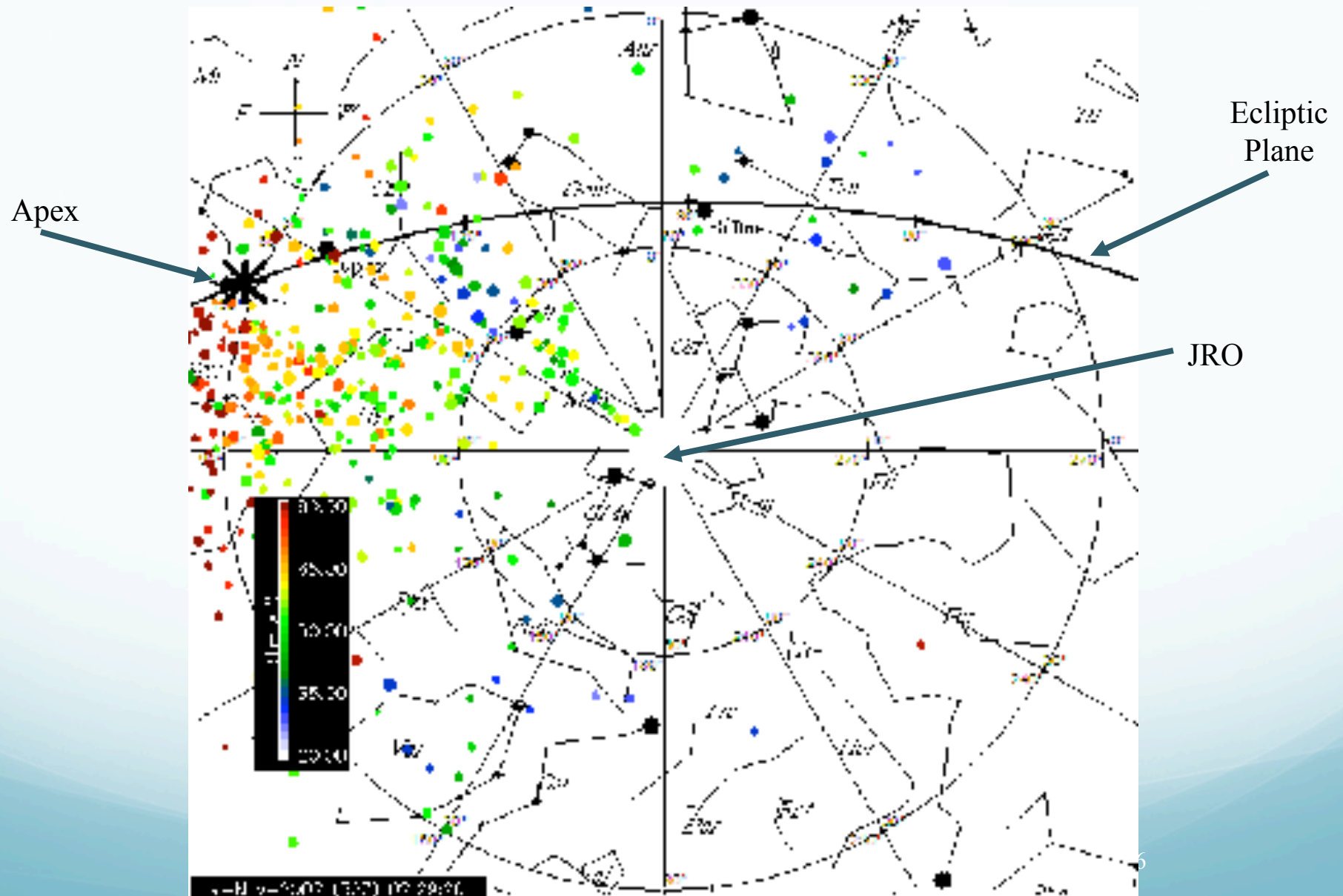
130 km

80 km

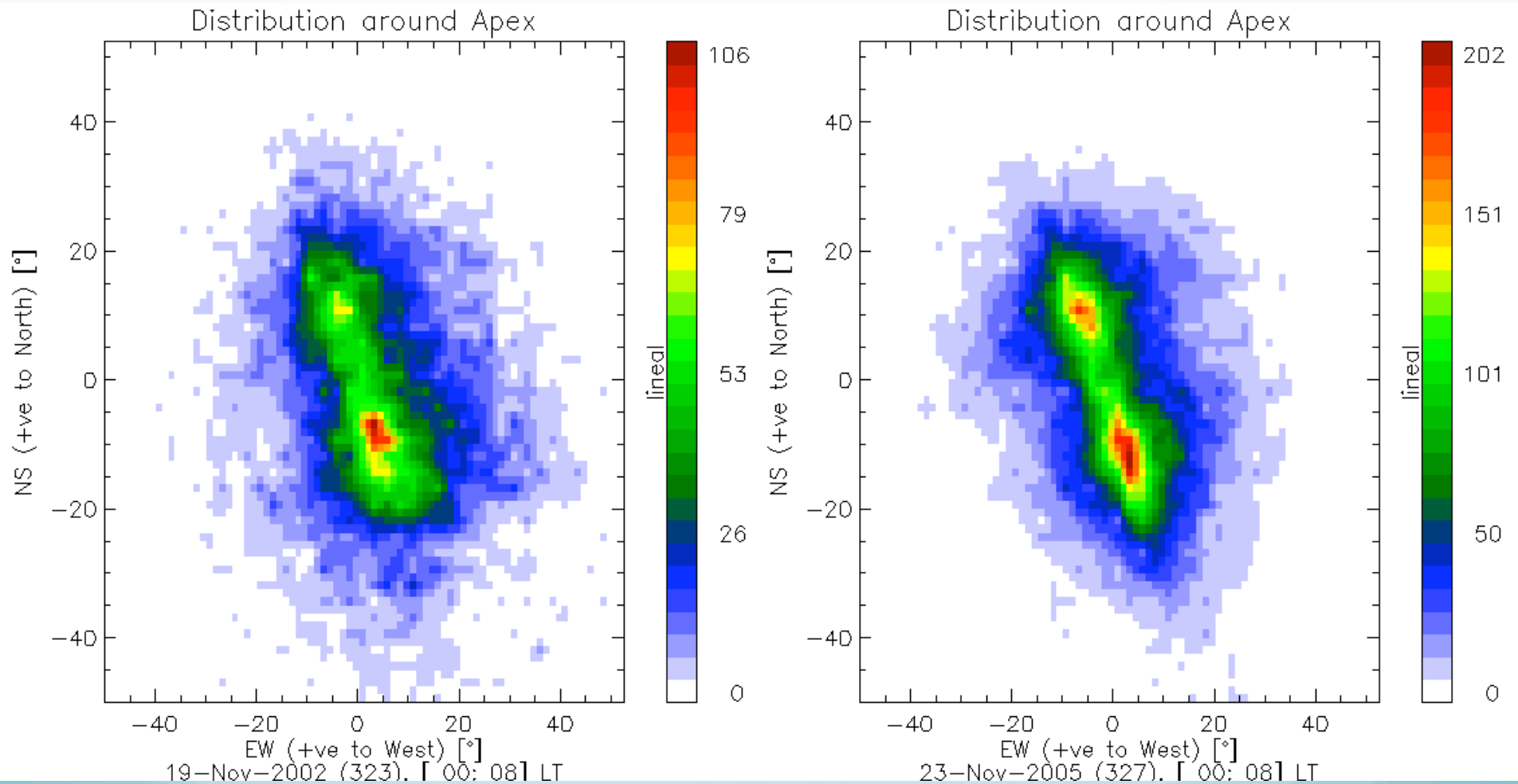
- Antena: 300m x300m
- Potencia Pico: 2MW
- Frecuencia: 50 MHz
- HPBW: ~1 degree



¿De dónde vienen? (1)



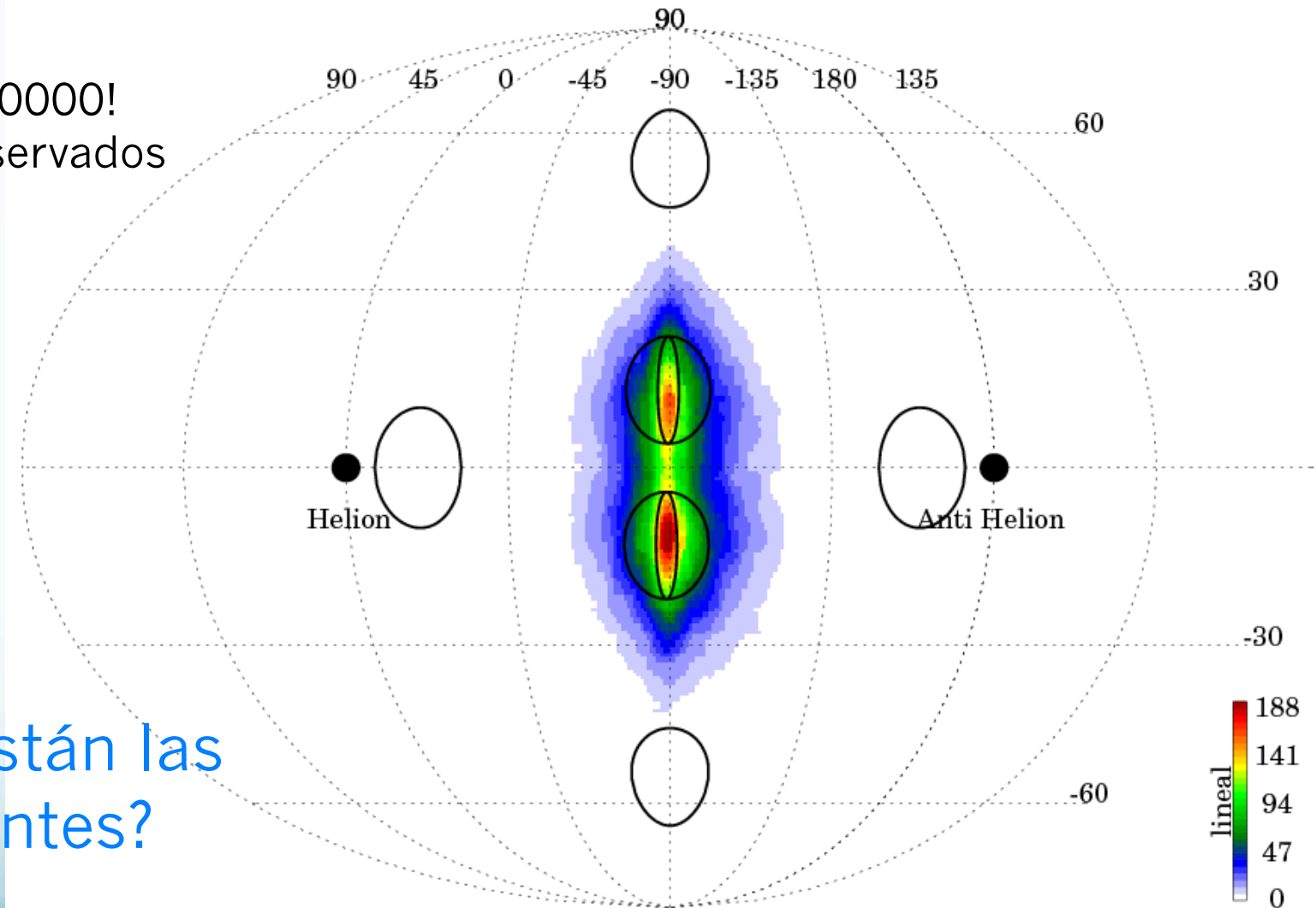
Observación de meteoros en coordenadas de Jicamarca



Observación de meteoros en coordenadas de Jicamarca

Distributions of all meteors before removing Earth velocity

Basado en 170000!
meteoros, observados
en 90 horas.

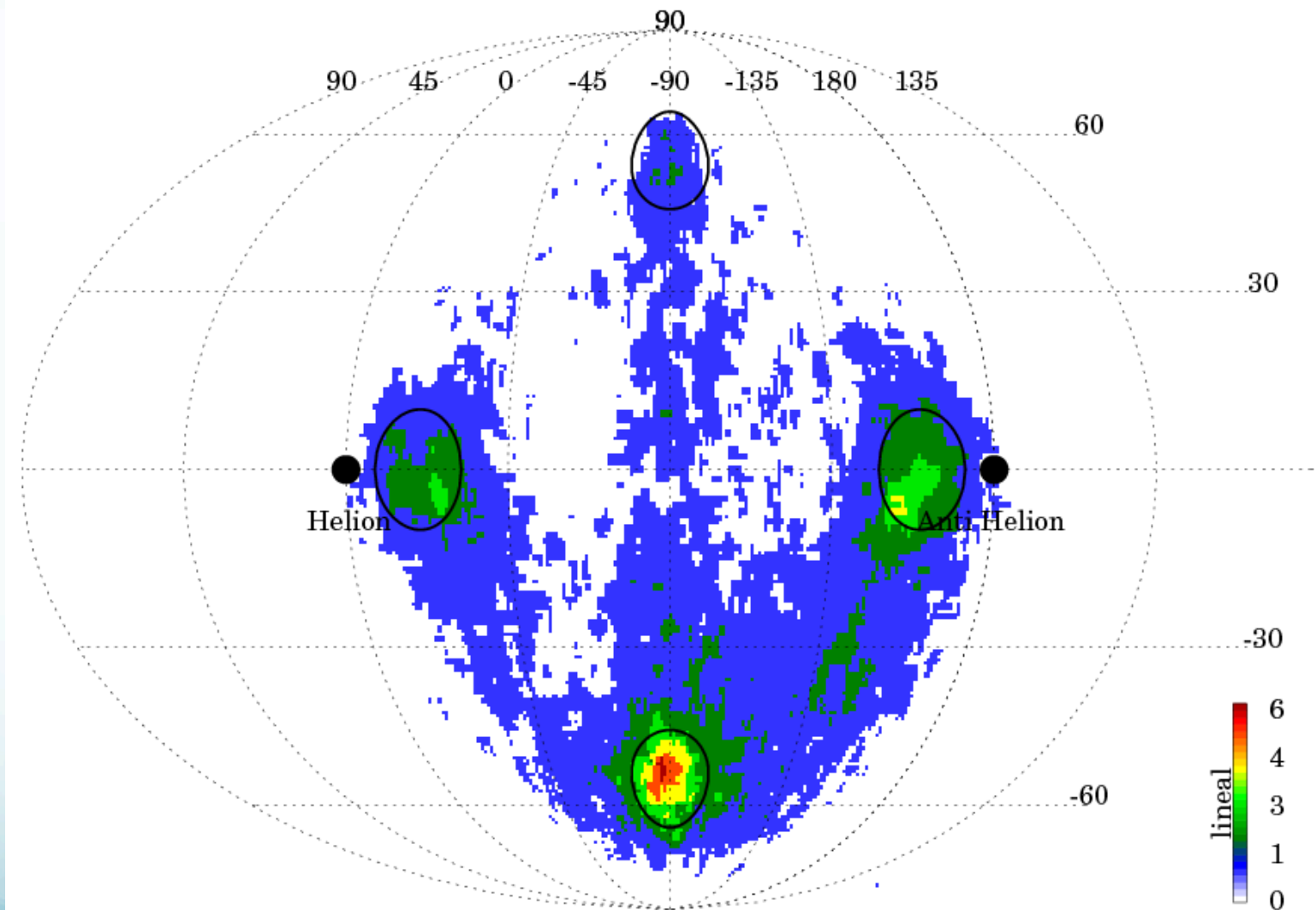


¿Dónde están las
otras fuentes?

All campaigns

Meteoros “prograde”

Distributions of prograde meteors before removing Earth velocity



All campaigns

Detección de Lluvias: Eta-Aquariids

Distributions of all meteors before removing Earth velocity

