



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# Desarrollo de radares meteorológicos y sus aplicaciones para el Perú

Danny Scipión Castillo

Director científico

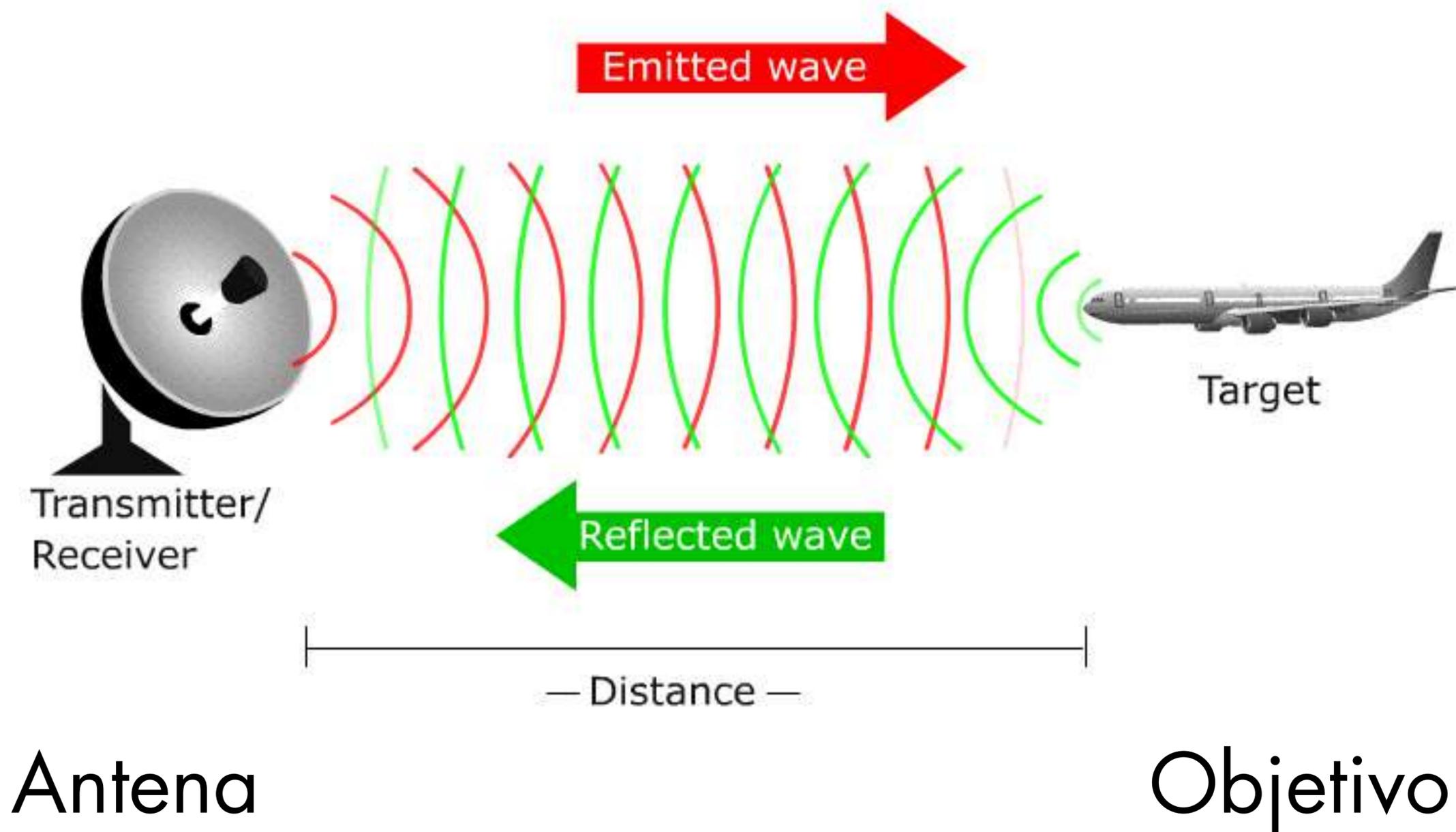
[dscipion@igp.gob.pe](mailto:dscipion@igp.gob.pe)

# ¿Qué es un radar?



- Radar (del inglés: **radio detection and ranging**): “Detección y medición de distancias mediante radio”
- Sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos y móviles
- Entre sus aplicaciones están control de tráfico aéreo y terrestre, estudios militares y **estudios atmosféricos**.

# ¿Cómo funciona un radar?



# ¿Qué tipos de radares existen?

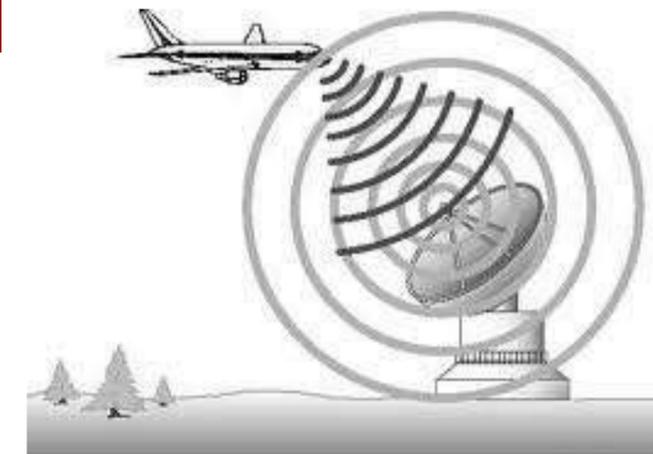


Control de velocidad de vehículos

Distintas aplicaciones  
Distintas frecuencias



Radares atmosféricos



Control de tráfico aéreo

# Radares meteorológicos



- Sensibles a todo tipo de precipitación (hidrometeoros): lluvia, granizo, nieve, etc.
- Medidas de alta resolución sobre extensas áreas
- Depende de la micro-estructura de la precipitación
- Estos radares operan a diferentes frecuencias y dependiendo de su frecuencia pueden ser fijos (operacionales) o móviles (investigación)



# Estudios atmosféricos empleando radares



2013

2014

2015

2016

2017

2019

2020

MIRA-35C US\$ 230 k  
Instalación Diciembre 2015

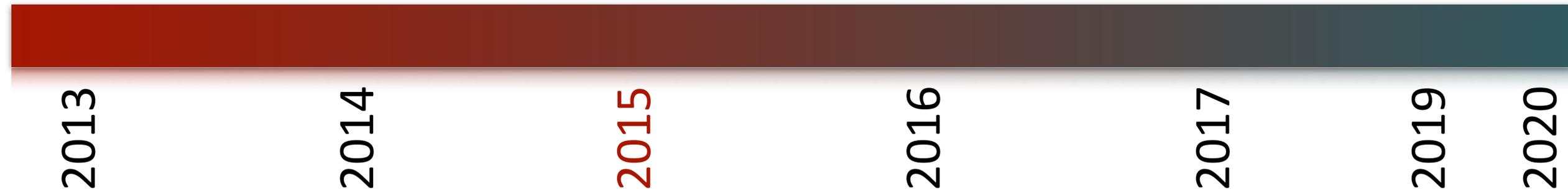
Implementación de LAMAR:  
Laboratorio de Microfísica  
Atmosférica y Radiación



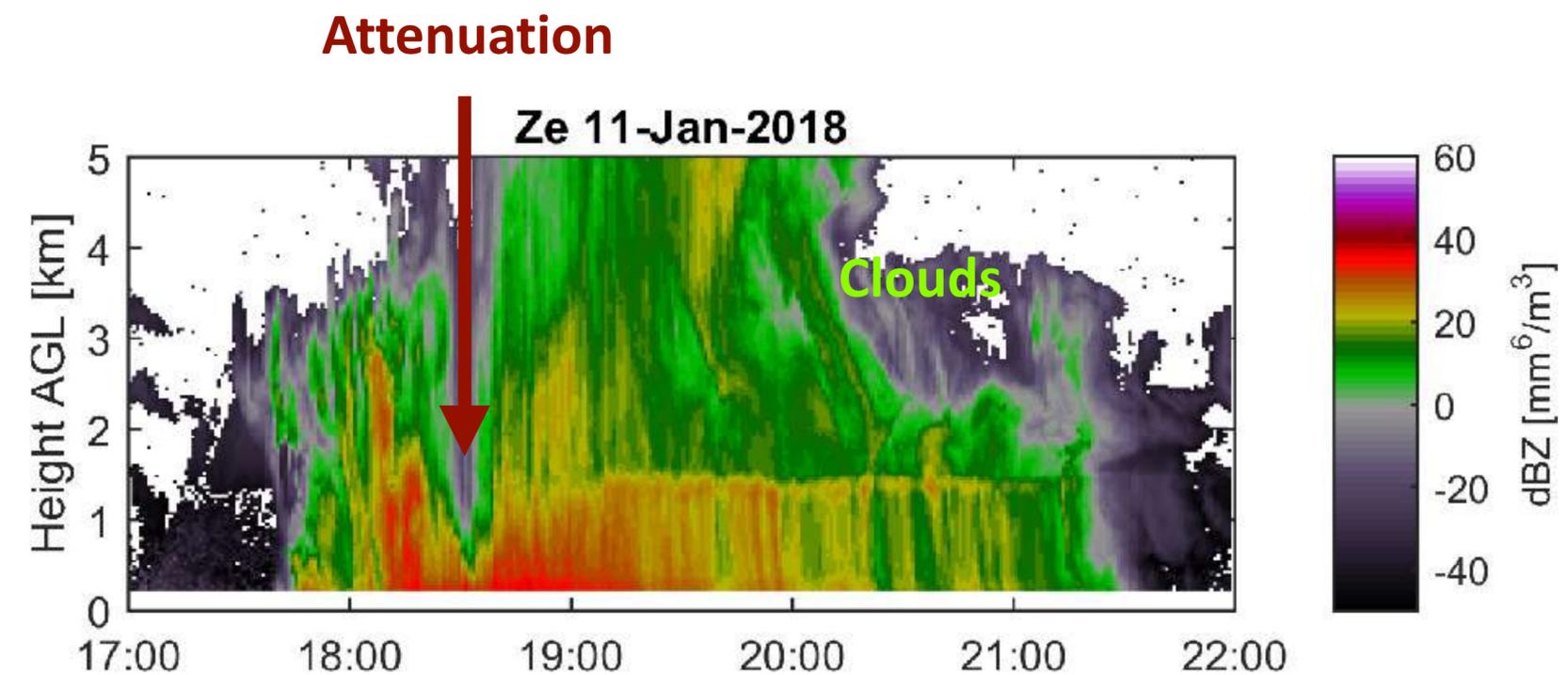
# Estudios atmosféricos empleando radares



## MIRA-35C



Parameter	Value
Frequency	Ka band 34.85 GHz
Wavelength	~8.6 mm
Antenna (Parabolic)	$\varnothing=1$ m
Beamwidth	0.6°
Tx	Magnetron 2.5 kW
Range resolution	31 m



# Estudios atmosféricos empleando radares



2013

2014

2015

2016

2017

2019

2020

## MAGNET 2015-I

Estudios de física y microfísica atmosférica

### Research topics:

- Physics and microphysics of clouds and precipitation using weather radar
- Radiation and aerosols
- Surface processes and planetary boundary layer
- Atmospheric dynamics and modeling

~US\$ 780 k

# Estudios atmosféricos empleando radares



2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

CLAIRE US\$ 110 k

Radars perfilador de vientos en UHF para estudios de turbulencia y precipitación en el territorio peruano



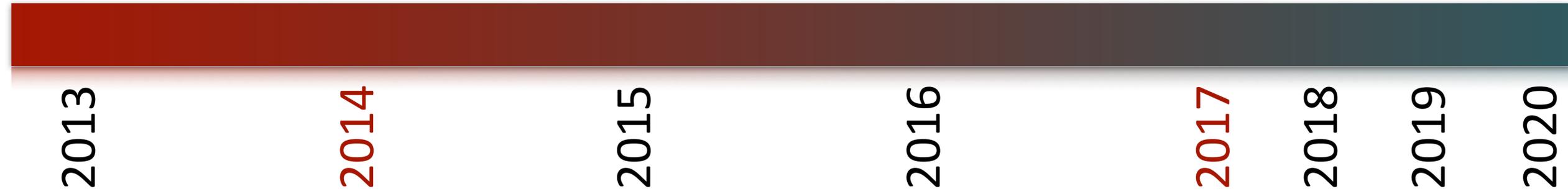
**Innóvate** Perú

Grant N° 387-PNICP-PIAP-2014

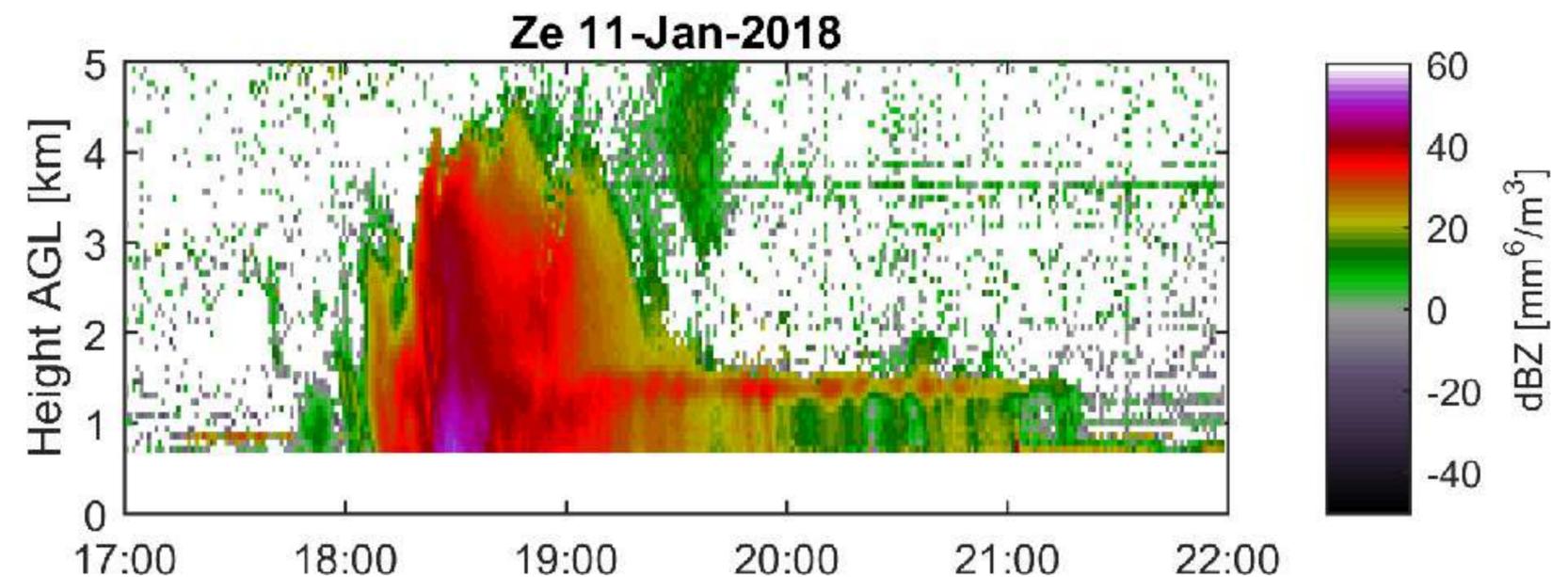
# Estudios atmosféricos empleando radares



## CLAIRE



Parameter	Value
Frequency	UHF 445.25 MHz
Wavelength	~67.4 cm
Antenna (Phase Array)	Tx ~ 3.3 m Rx ~ 1.65 m
Beamwidth	Tx ~9.45° Rx ~21.07°
Tx	Solid State 5 kW
Range resolution	75 m



J. M. Valdivia, D. E. Scipión, M. A. Milla, and F. Y. Silva, **Multi-instrument rainfall rate estimation in the Peruvian central Andes**, J. Atmos. Oceanic Technol. under review (2020)

# Estudios atmosféricos empleando radares



2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

El Fenómeno  
El Niño Costero



Huaycoloro: Al costado  
del ROJ/IGP

# Estudios atmosféricos empleando radares



2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

PX-1000



Lugar: Cerro Suche, Santiago de Tuna, Huarochirí, Lima  
Periodo: enero - marzo 2018

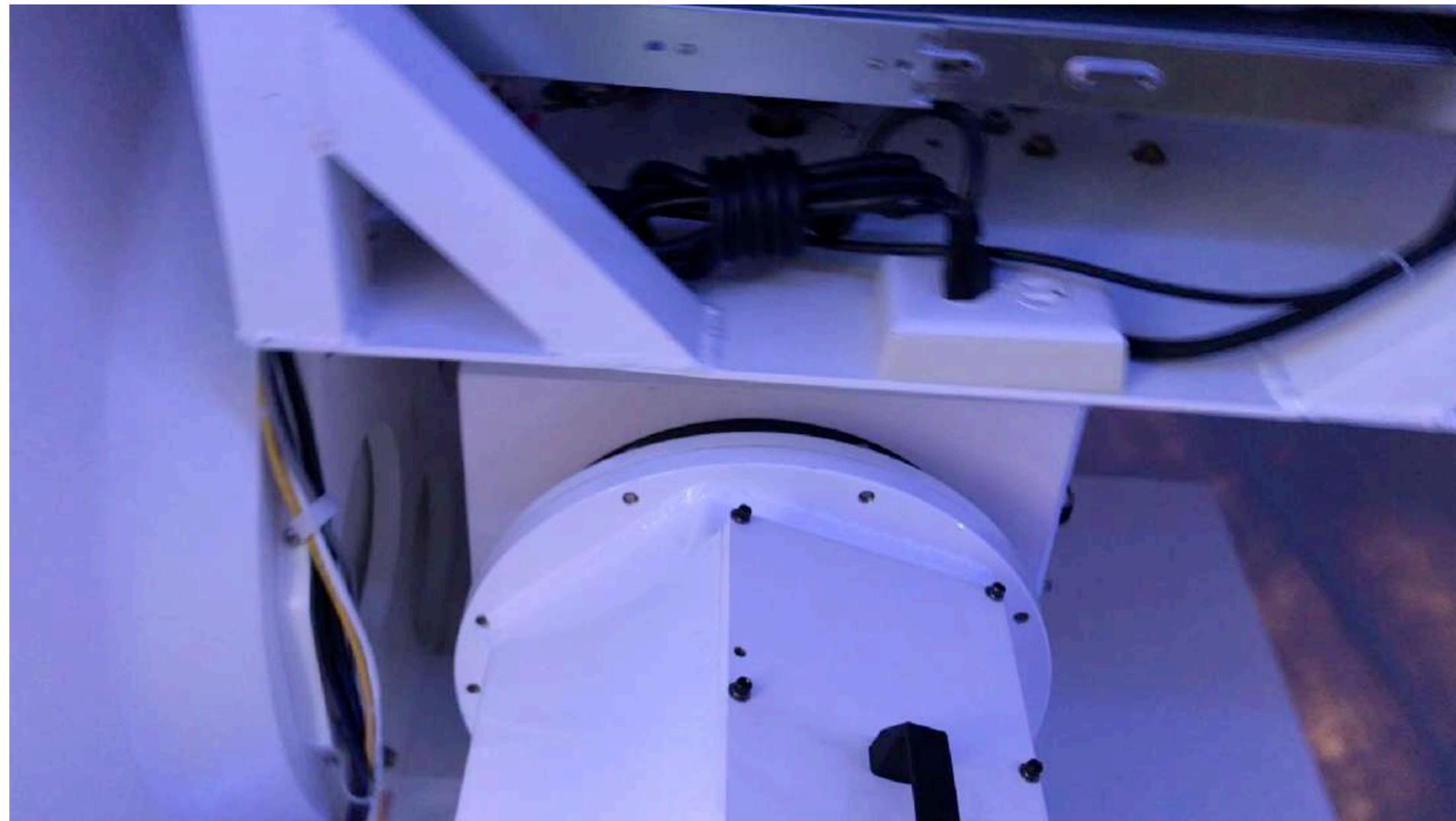
# Estudios atmosféricos empleando radares



PX-1000

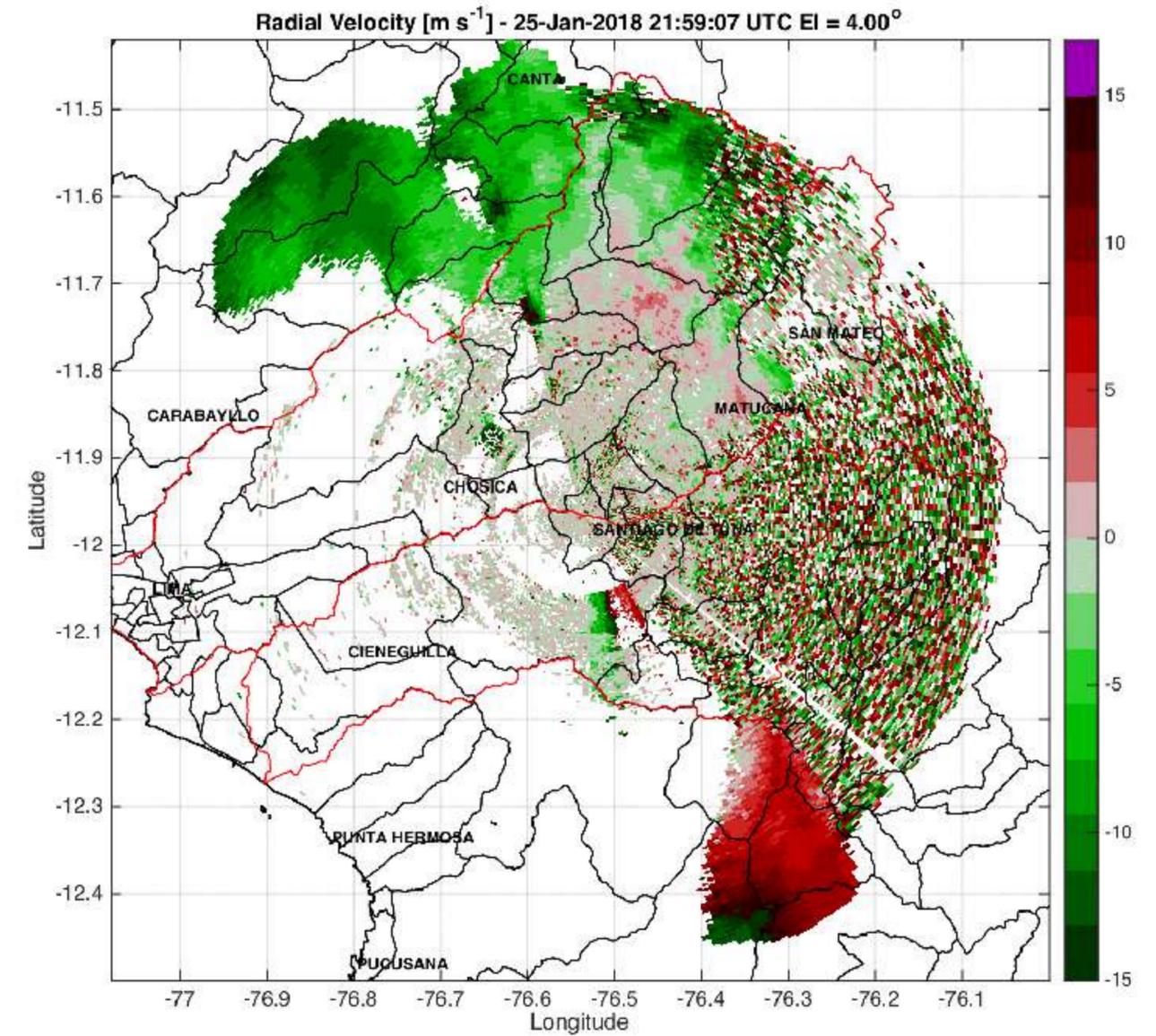
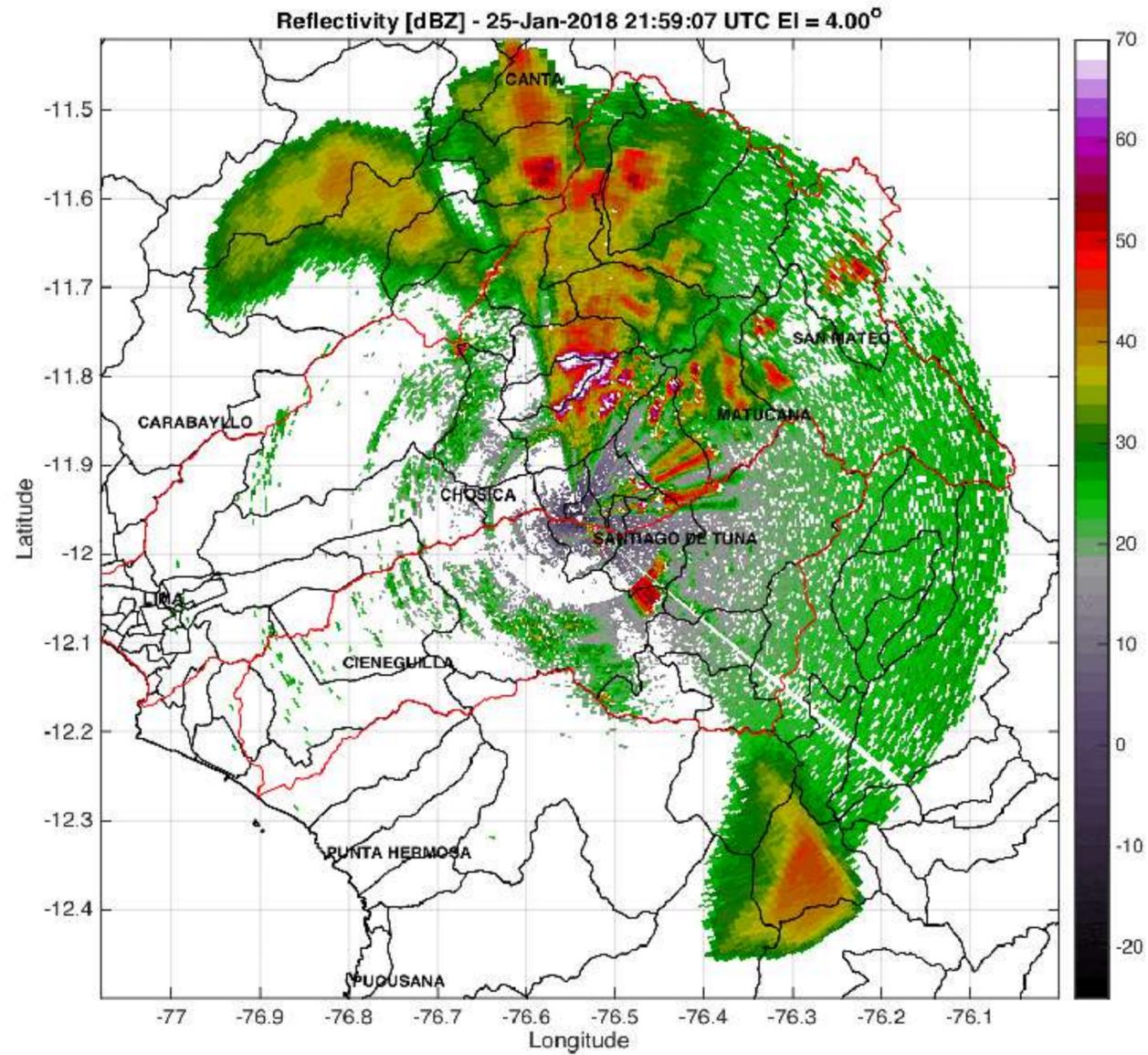


2017  
2018  
2019  
2020

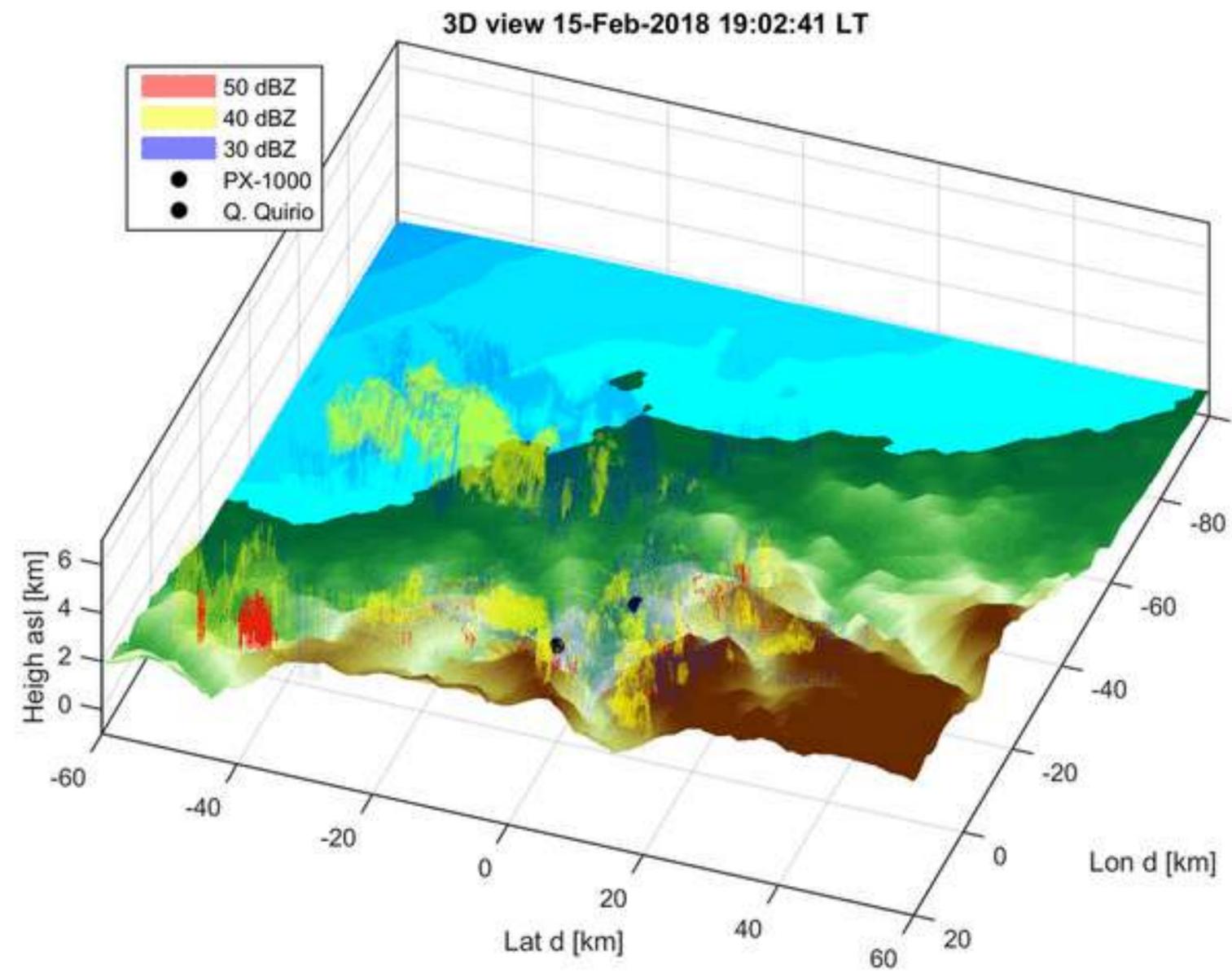
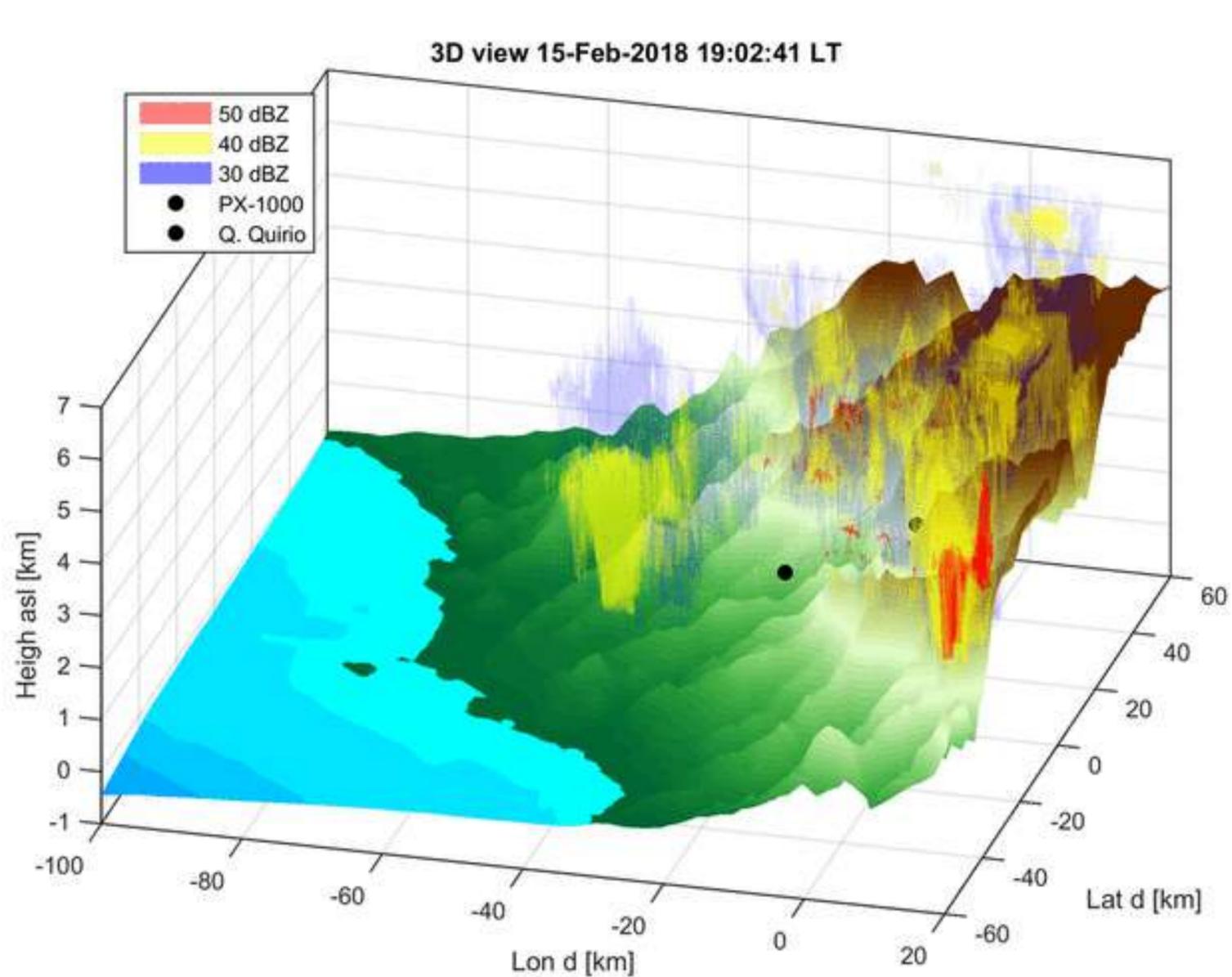


Parameter	Value
Frequency	Banda X 9.55 GHz
Wavelength	3.14 cm
Antena	Parabólica $\varnothing=1.8^\circ$
Máx Rango	60 km
Polarización	Doble polarización
Range resolution	75 m

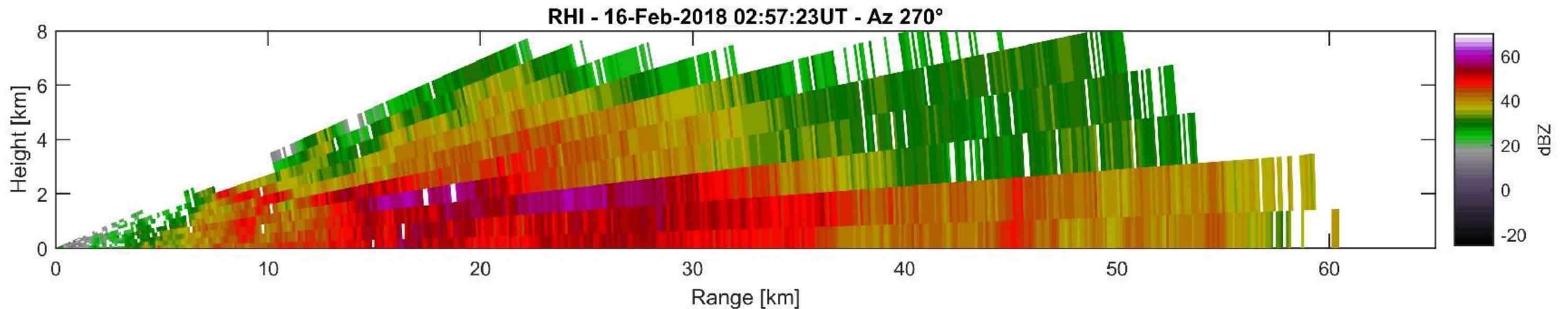
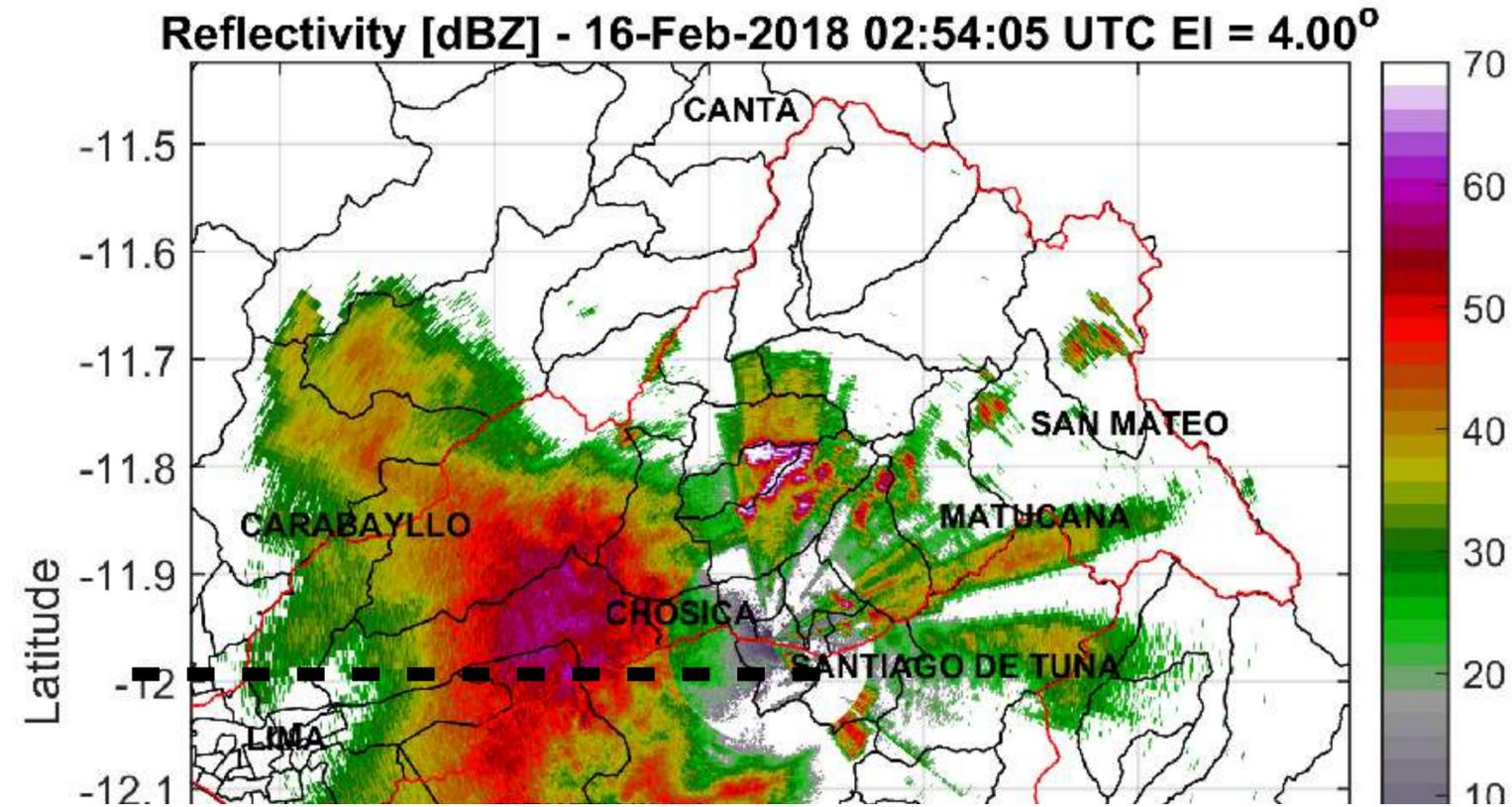
# Primeras observaciones: 25 enero 2018



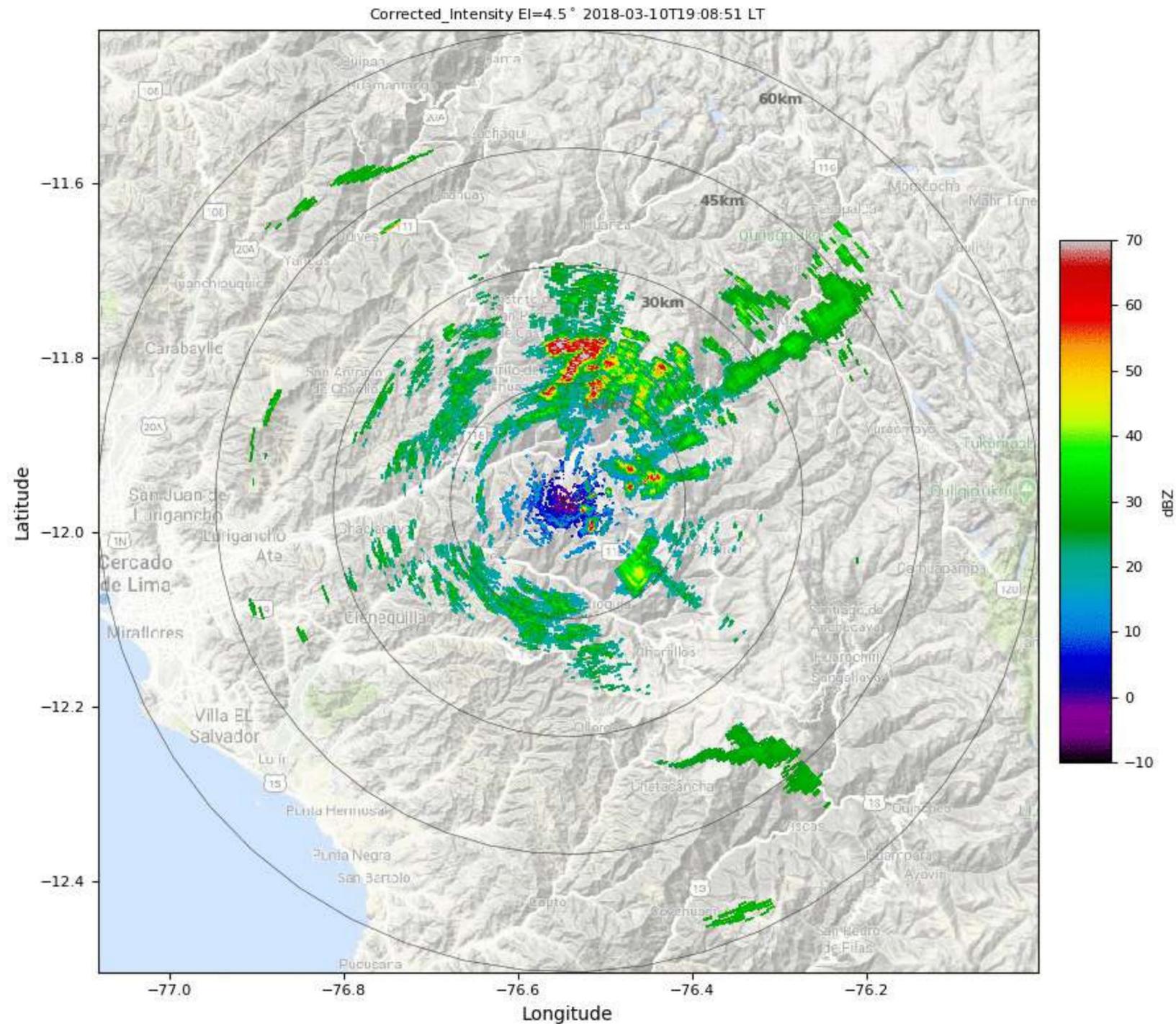
# Reconstrucción 3D



# Corte vertical - RHI (Range Height Intensity)

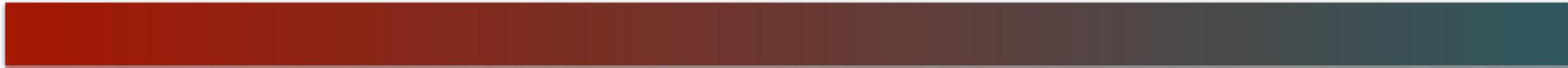


# Tormentas en Lima



10 de marzo 2018  
inicio: 7:08 pm  
fin: 11:54 pm

# Prototipo de radar meteorológico



2013

2014

2015

2016

2017

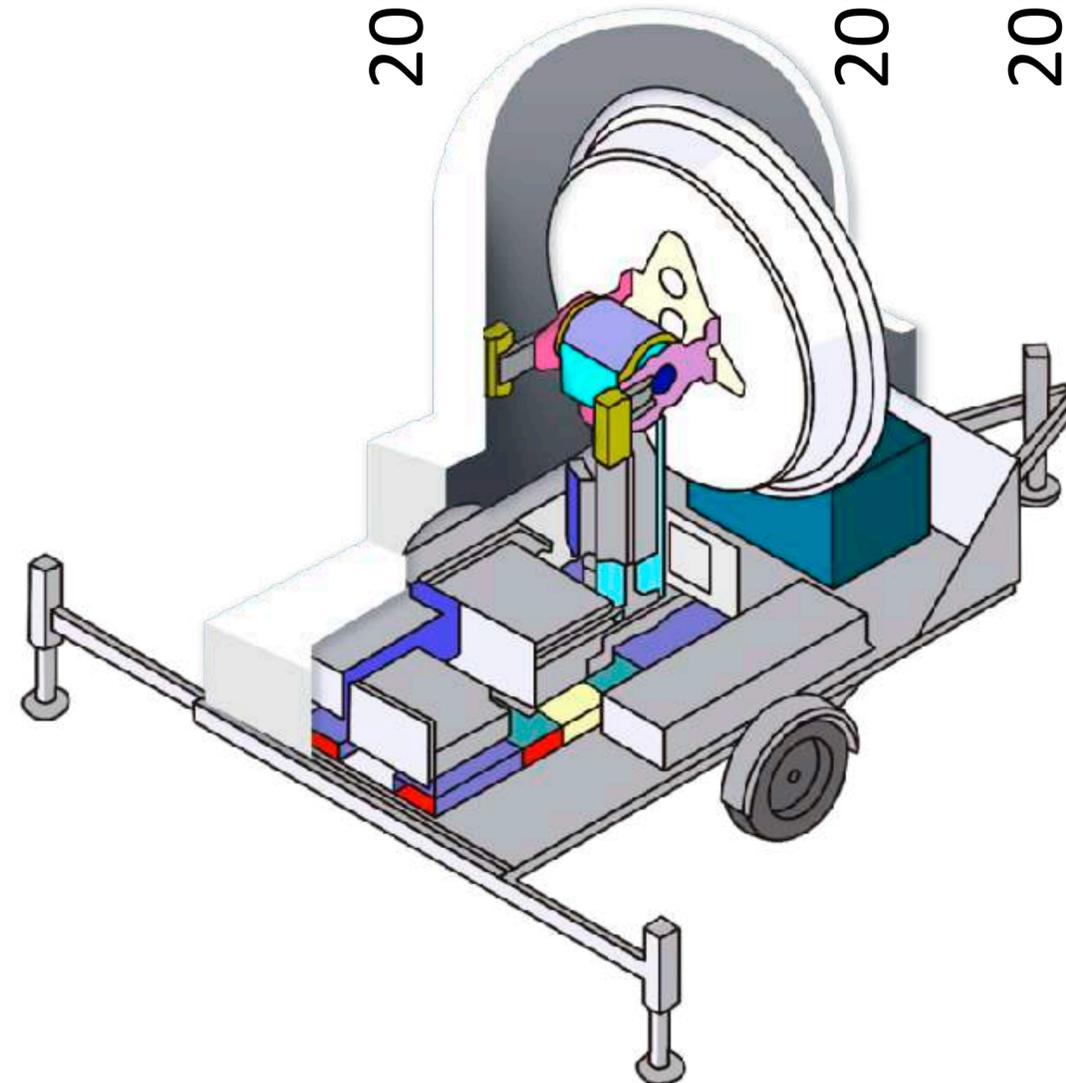
2018

2019

2020



~S/ 2M



# Prototipo de radar meteorológico



	2017	2018	2019	2020
Parameter	Value			
Frequency	Banda X 9.345 GHz			
Wavelength	3.21 cm			
Antena	Parabólica $\varnothing=1.8^\circ$			
Máx Rango	60 km			
Polarización	Doble polarización			
Range resolution	75 m			

# Aplicaciones de radares meteorológicos

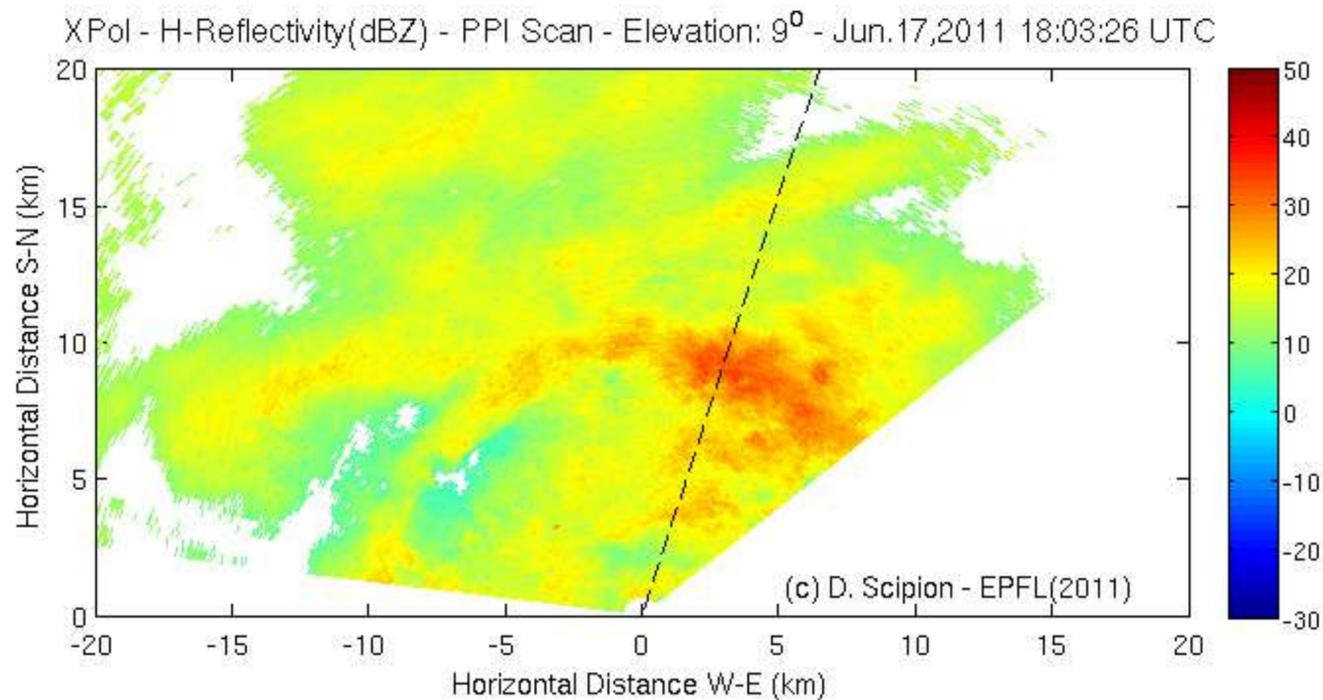
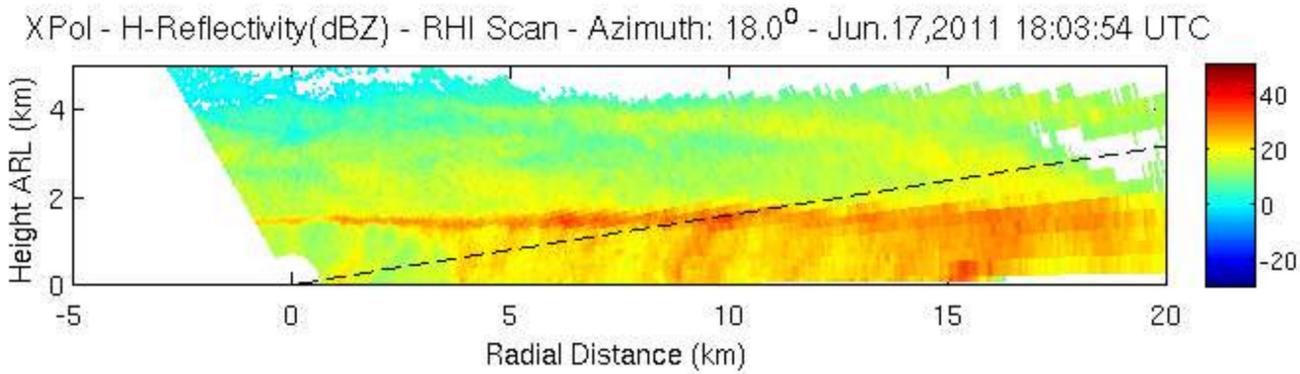


- Investigación científica: distribución espacial de la precipitación, microfísica de precipitación, clasificación de hidrometeoros, entradas de modelos numéricos
- Monitoreo de las condiciones meteorológicas para sistemas de alerta temprana: monitoreo de lluvias, pronósticos corto plazo, caudales de los ríos
- Monitoreo de condiciones meteorológicas para tráfico aéreo

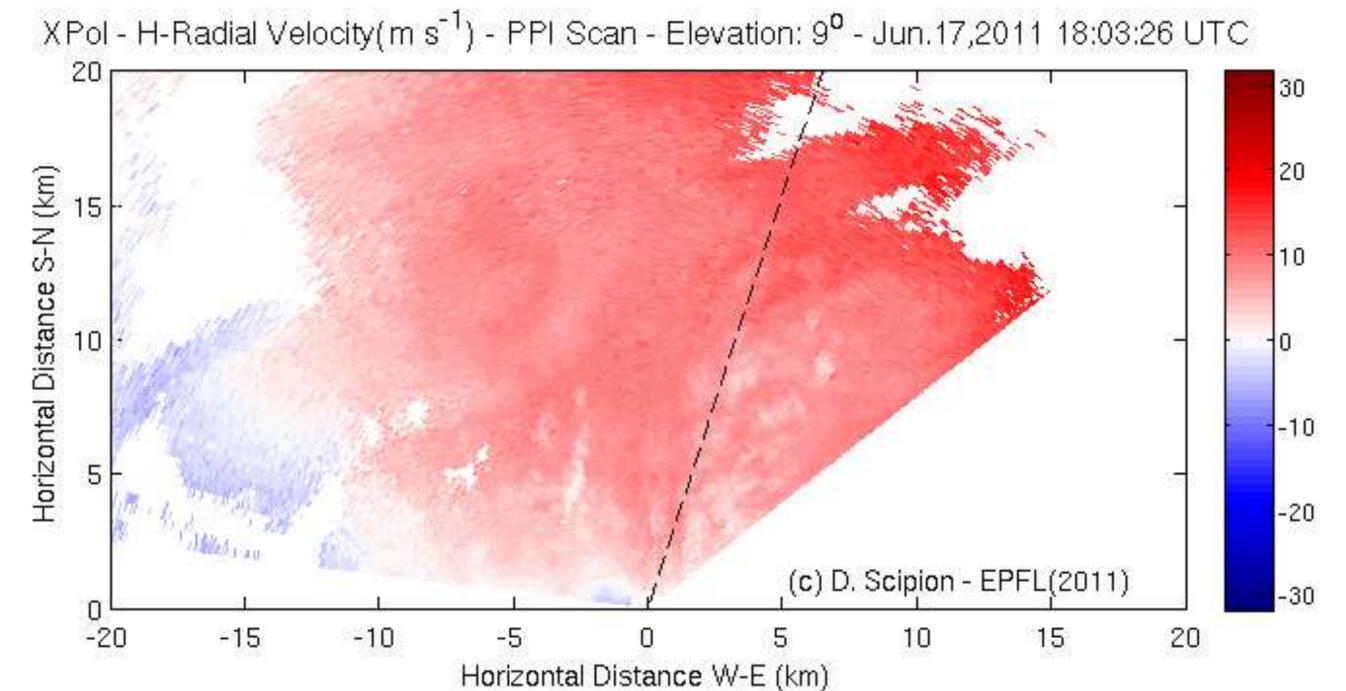
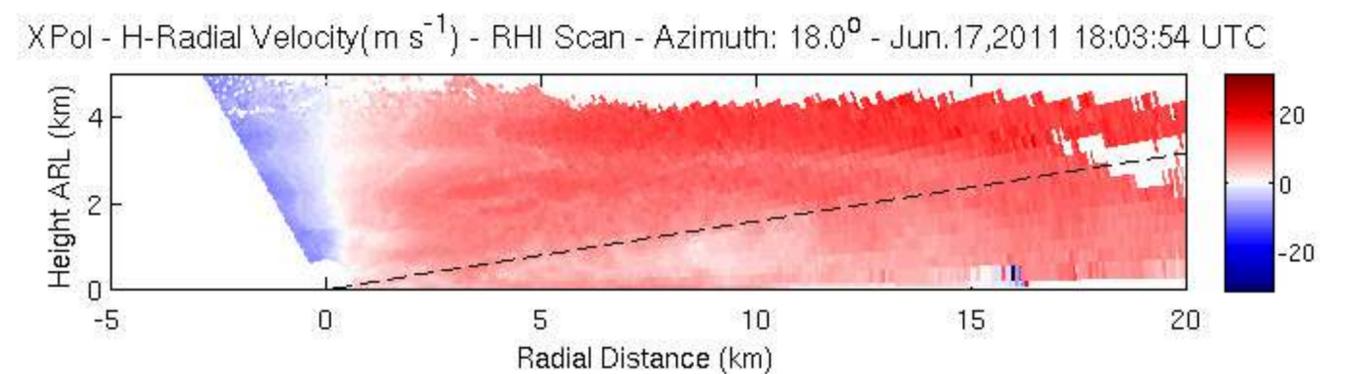
# Investigación científica



## Reflectividad (dBZ)

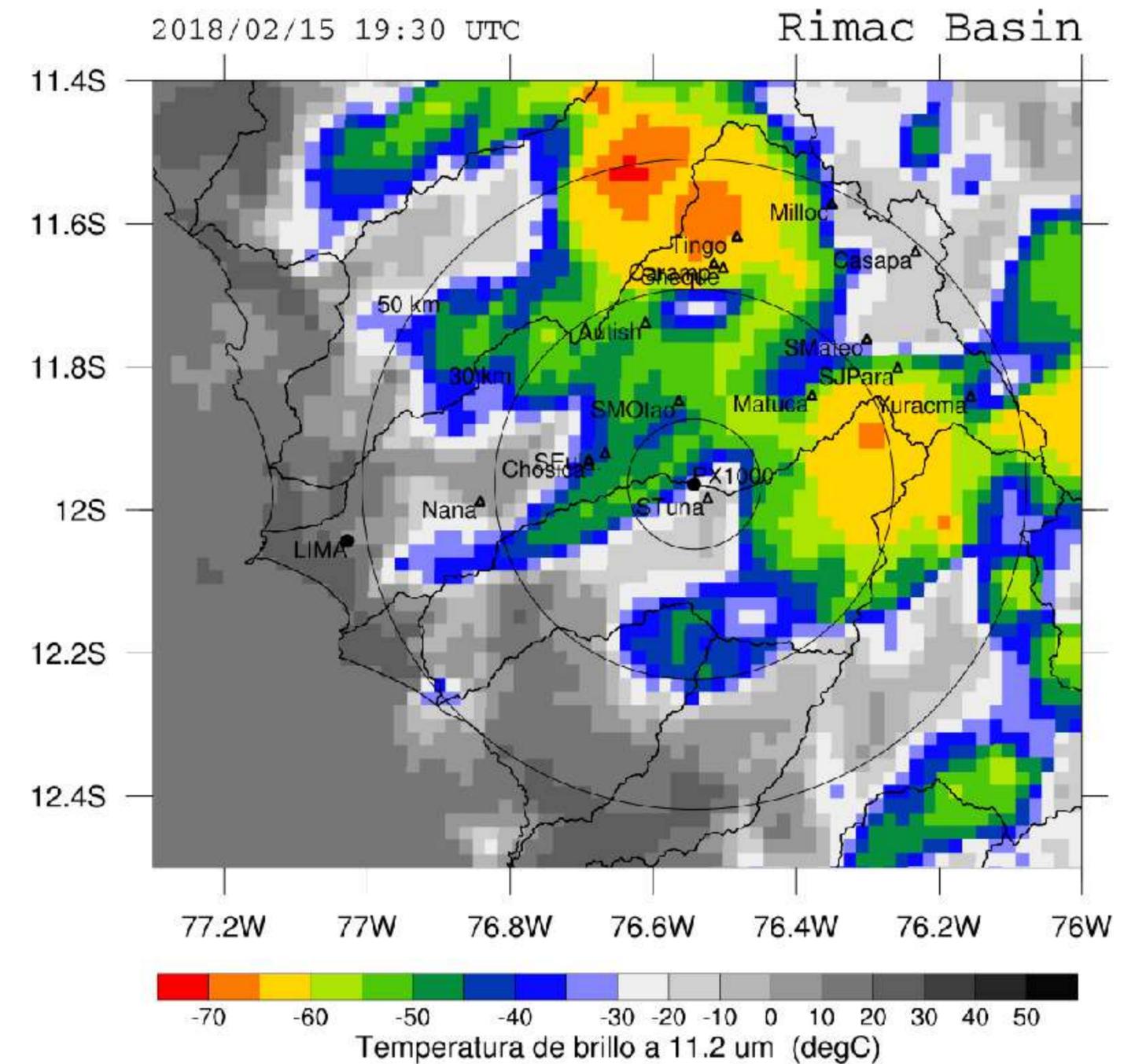
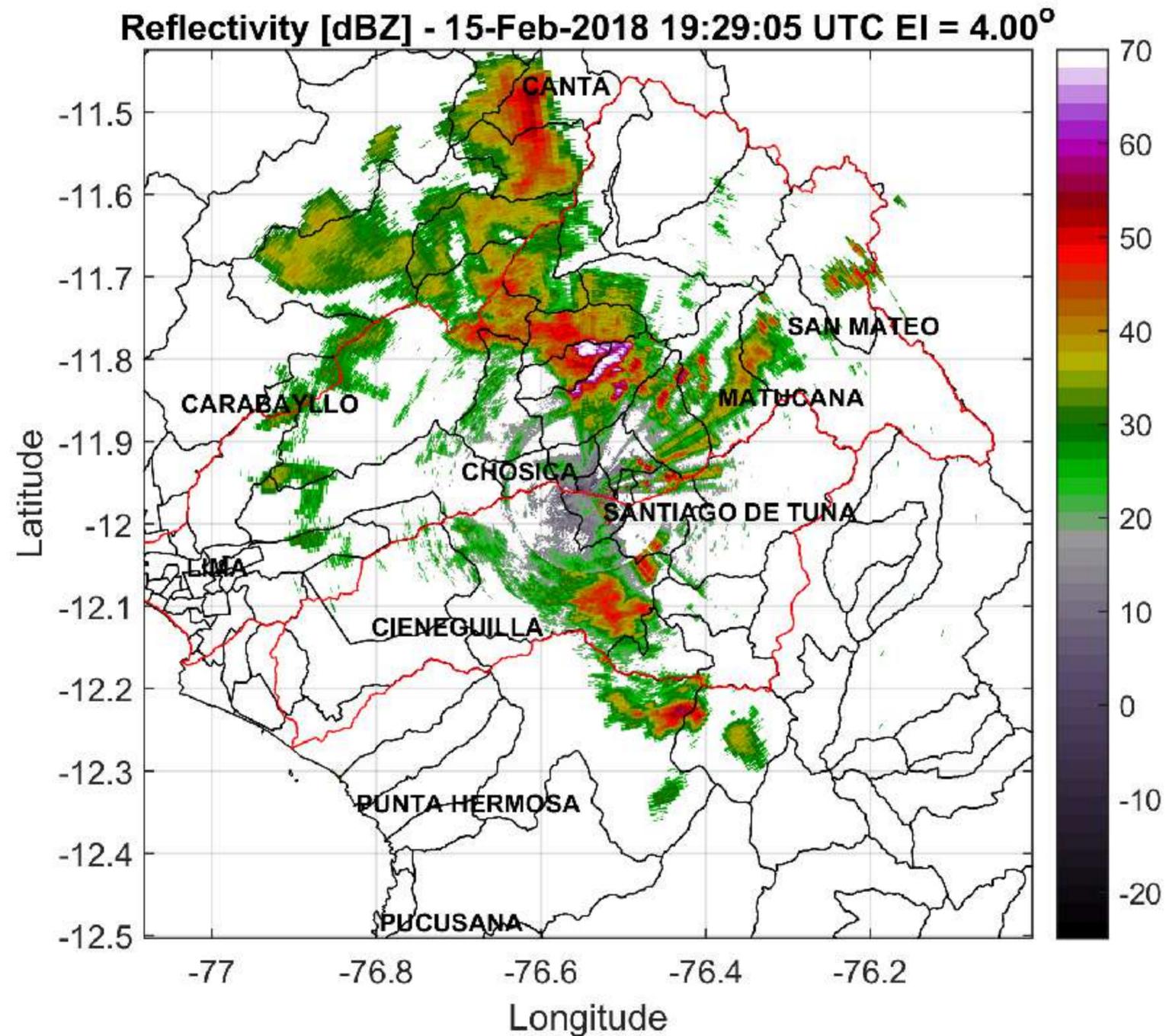


## Velocidad Radial ( $m s^{-1}$ )

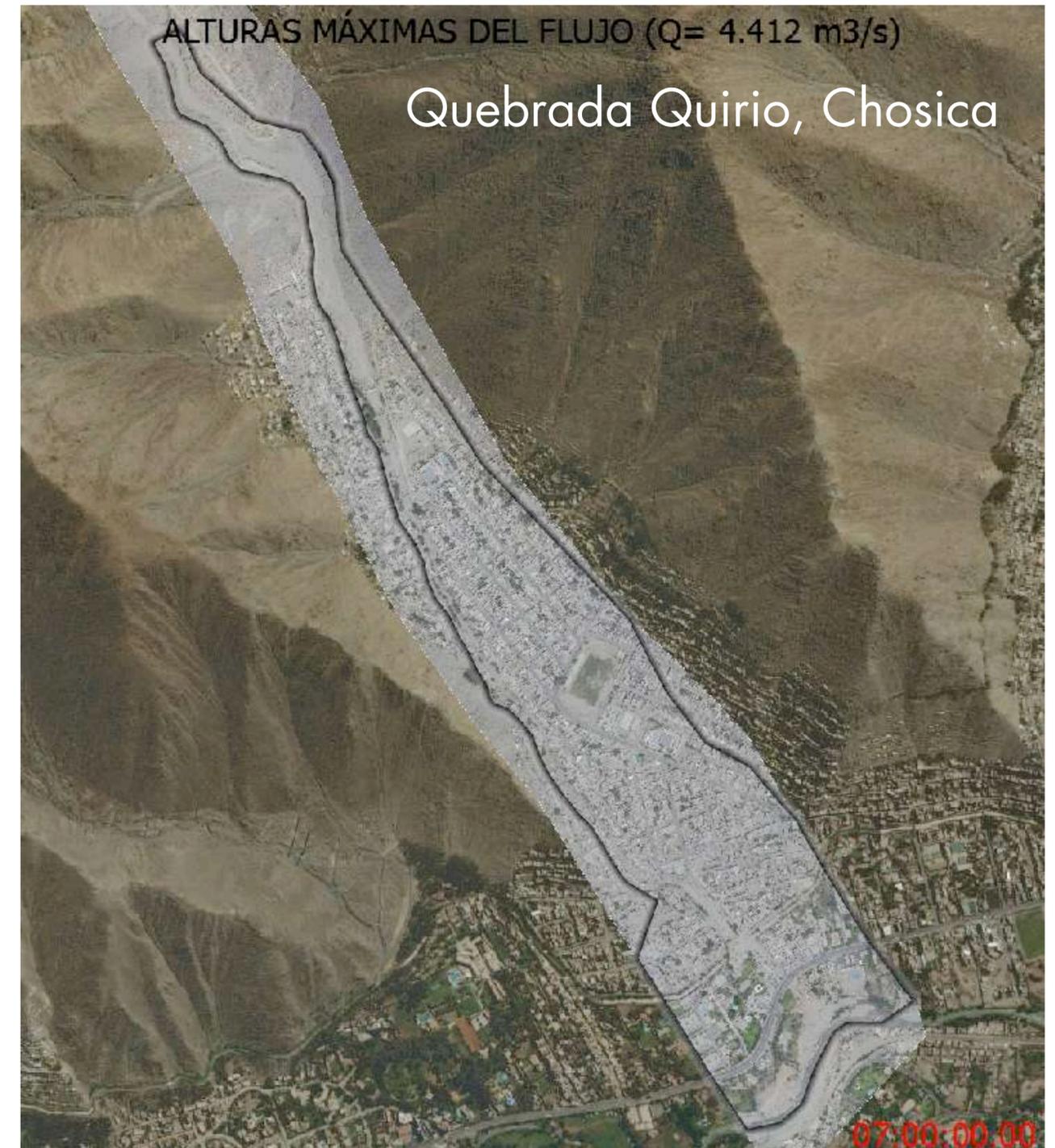
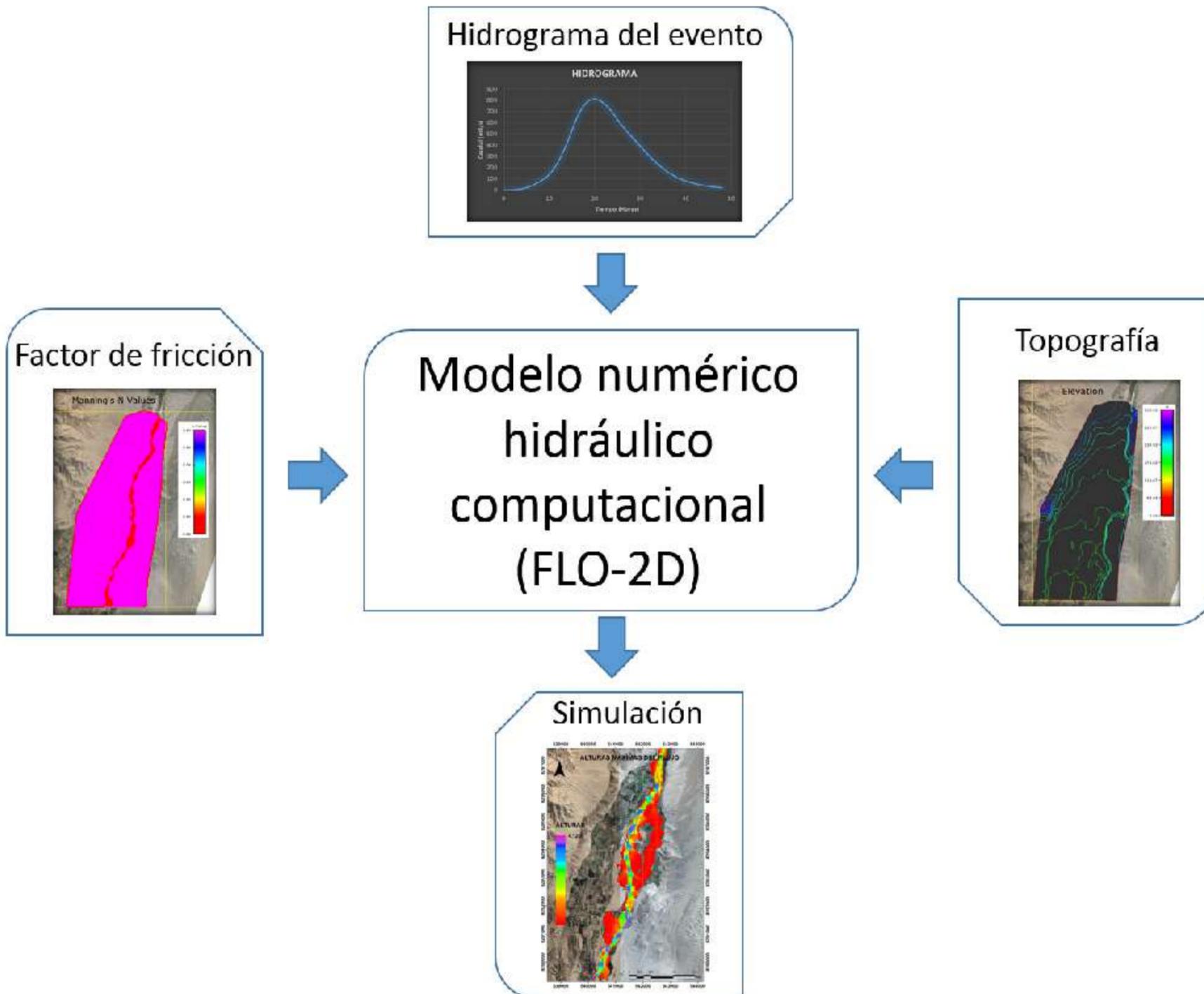


17 junio 2011 - Evento Mixto

# Monitoreo de precipitación



# Monitoreo de precipitación

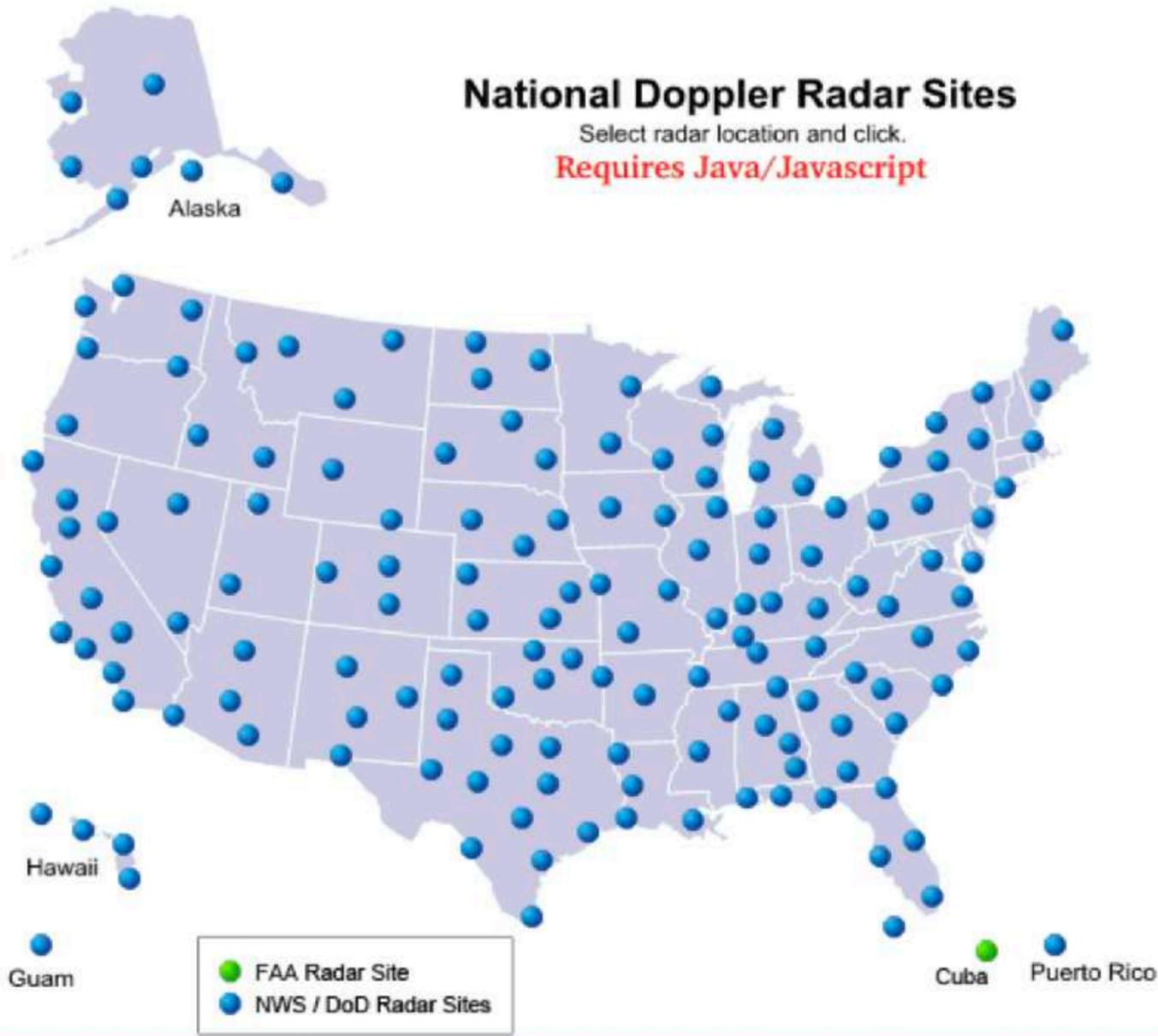


# Red de radares meteorológicos

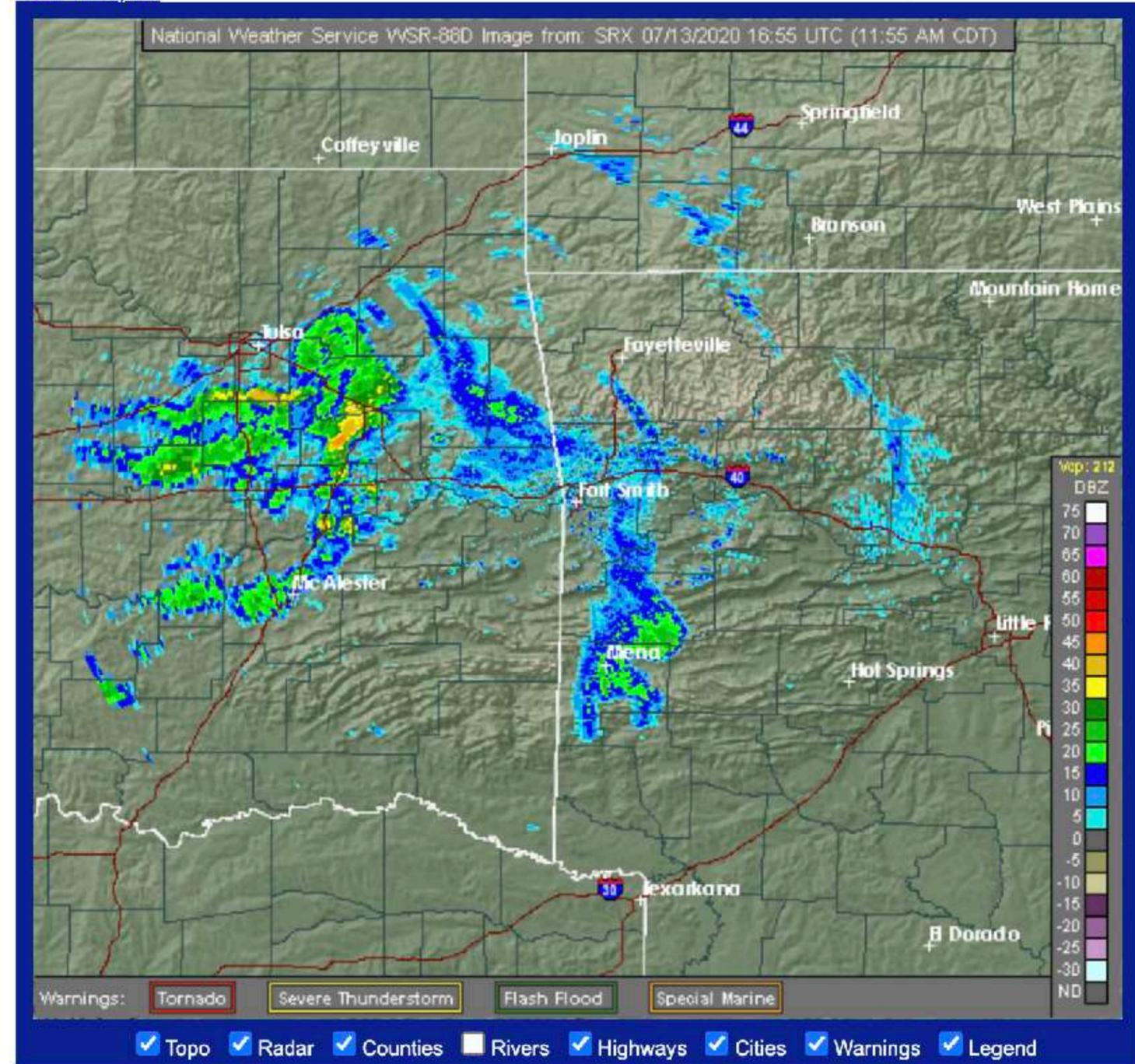


## National Doppler Radar Sites

Select radar location and click.  
**Requires Java/Javascript**



NWS Tulsa, OK

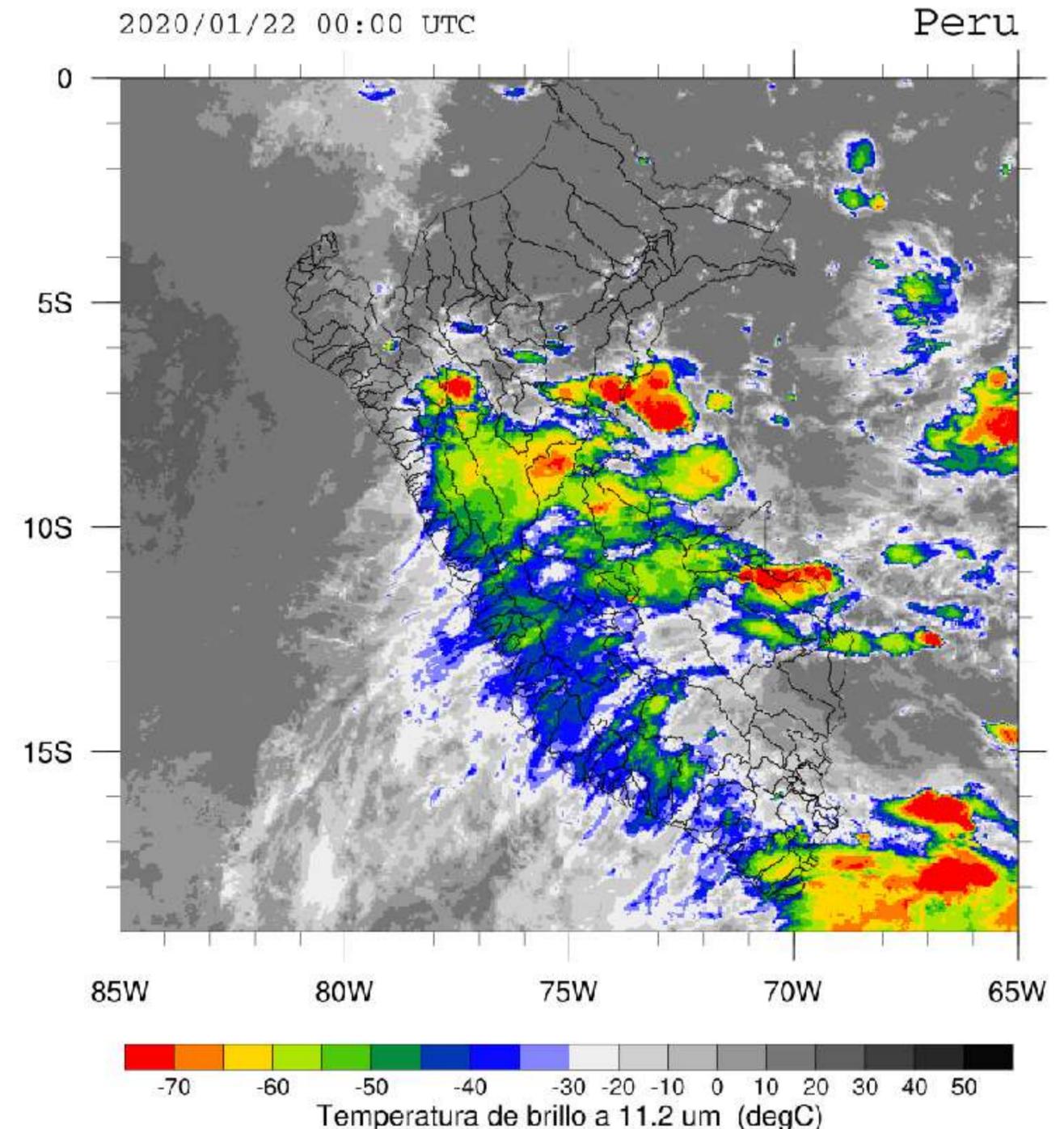


<https://radar.weather.gov/>

# Monitoreo para tráfico aéreo



- Es necesario conocer las condiciones a nivel nacional en tiempo real en alta resolución
- Aviones cuentan con información meteorológica a bordo
- Operadores en tierra muchas veces carecen de información de las condiciones meteorológicas



# Conclusiones



- El IGP cuenta con una amplia experiencia en desarrollo de radares, además de alianzas estratégicas con centros de investigación internacionales para mejorar los estimados de precipitación basados en radar
- Las aplicaciones incluyen:
  - Investigaciones científicas
  - Monitoreo para sistemas de alerta temprana basados en el conocimiento del peligro geofísico
  - Monitoreo para tráfico aéreo



# ESTIMACIÓN Y MONITOREO DE PRECIPITACIÓN POR RADAR

## SOBRE EL CURSO:

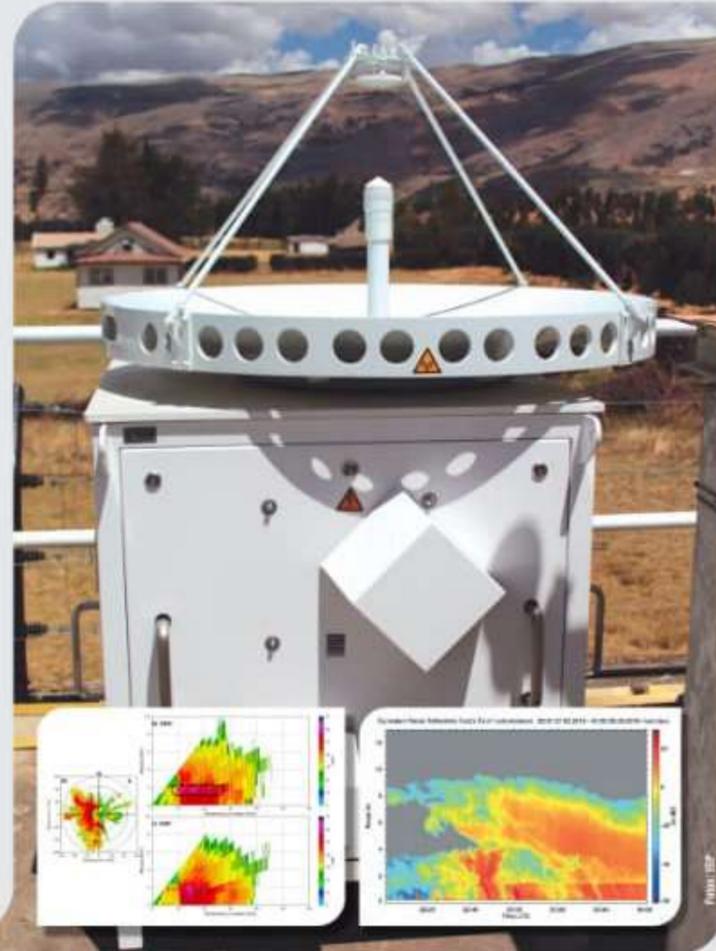
Organizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el marco del convenio de cooperación con la PUCP y el Instituto de Meteorología de Cuba, con el apoyo del proyecto Magnet "Fortalecimiento de la línea de investigación en Física y Microfísica de la Atmósfera", financiado por FONDECYT, en cumplimiento de las actividades del Programa Presupuestal 068, Producto 3000738: "Personas con formación y conocimiento en gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático".

## CONTENIDO TEMÁTICO:

- Aspectos termodinámicos de la formación de las nubes
- Microestructura de las nubes
- Formación de gotas de nubes
- Crecimiento de las gotas de nube por condensación-coalescencia
- Hielo y procesos de fase mixta en las nubes
- Fundamentos de la teoría de radares
- Radares perfiladores de nubes
- Radares meteorológicos
- Radares a bordo de satélites: Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) y Global Precipitation Measurement Mission (GPM)
- Estimación de precipitación por radar
- Climatología de nubes y precipitación con radares a bordo de satélites
- Correcciones a la estimación de lluvia por radar por pluviometría
- Aplicaciones de los radares al pronóstico meteorológico y monitoreo de tormentas.

## PLANA DOCENTE:

- DANIEL MARTÍNEZ CASTRO, Investigador Senior del Proyecto MAGNET "Física y microfísica de la atmósfera", IGP.
- DANNY SCIPIÓN CASTILLO, Desarrollador del perfilador de vientos peruano para estudios de turbulencia y precipitación (CLAIRE).
- ELVER VILLALOBOS PUMA, Analista de datos observacionales en estaciones meteorológicas y radares de nubes y precipitación.
- JAIRO VALDIVIA PRADO, Especialista en el procesamiento y análisis de datos de radar.
- CARLOS DEL CASTILLO VELARDE, Especialista en procesamiento de datos de radar a bordo del satélite GPM y análisis científico de datos.
- YAMINA SILVA VIDAL, Especialista en variabilidad climática en los Andes peruanos, El Niño, eventos meteorológicos extremos.



## Duración: 24 horas

Horario: Videconferencias (obligatorio):

Lunes, miércoles y viernes de 09:00 a.m. a 1a:00 a.m.

Costo por derecho de certificación:

• Pronta pago : S/ 120.00 soles (hasta el 17 de setiembre)

• Pago regular: S/ 150.00 soles.

## Más información:

☎ 993 711 980 / 947 247 417

✉ info\_capacitacion@pucp.pe

✉ intecursos@pucp.pe

🌐 www.info.pucp.pe

📱 /intepucp 📺 /intepucp 📷 /intepucp



## CERTIFICACIÓN:

- Certificado: se entregarán a los alumnos que participen, como mínimo, en el 80% de las videoconferencias, foros y aprueben el curso.
  - Constancia de participación: se entregarán a los alumnos que participen, como mínimo, en el 60% de las videoconferencias y foros.
- La certificación que se otorga es a nombre de INTE-PUCP e IGP.

## BECAS PARA ESTUDIANTES:

Requisitos para postulación:

- Carta de motivación (400 palabras, espacio simple, letra tipo Arial 11), consignar nombres y apellidos
- Carnet Universitario en digital (foto o escaneado nítido)

Enviar los documentos al correo:  
[info\\_capacitacion@pucp.pe](mailto:info_capacitacion@pucp.pe)

Recepción de postulaciones: Del 10 de agosto al 04 de setiembre  
Notificación de resultados: 14 de setiembre



# Estimación y monitoreo de precipitación por radar

25 setiembre 2020

14 octubre 2020



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



*Ciencia para protegernos  
ciencia para avanzar*

**98**  
*años*

**EL PERÚ PRIMERO**

[www.gob.pe/igp](http://www.gob.pe/igp)