

# Validación de cargas útiles satelitales usando globos estratosféricos



AMSAT Argentina



# Agenda

- Que es AMSAT
- Proyecto LUSEX
- Objetivos de las misiones en Globo
- Descripción de la carga útil
- Configuración de la estación de control
- Las estaciones terrestres
- Los resultados

# AMSAT Argentina

- **Objetivos de AMSAT**

**AMSAT Argentina** es una asociación constituida en junio de 1987 luego de haber sido durante tres años el 'Satélite Club'. Su finalidad es puramente técnica, científica y no comercial, abarcando el estudio y desarrollo en la teoría y práctica de las telecomunicaciones espaciales vía satélite (en sus diversas aplicaciones) y de todas las disciplinas y materias que ello comprende. En particular, **AMSAT Argentina** se propone reunir a los apasionados en técnicas avanzadas de radiocomunicaciones orientados particularmente al tema espacial.

- **¿Que es la radioafición ?**

La radioafición es un hobby que tiene por objetivo primario la experimentación de tecnologías de radiocomunicación. Según la definición de la CNC (ente regulador de las radiocomunicaciones en Argentina): El Servicio de Radioaficionados tiene por objetivo la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos.

- Algo de historia de AMSAT

**LUSAT - LO19** es el primer satélite Argentino, construido por argentinos, lanzado en 1990 y aún en el espacio, donde permanecerá por los próximos 1000 años.

# El proyecto LUSEX



- Tipos de satélite de aficionados
- Configuraciones posibles de acuerdo al vehículo lanzador
- Experimentos adicionales
- Red terrestre de estaciones receptoras
- Duración esperada del proyecto
- Resultados esperados

# Descripción del Lusex

- **Repetidor UHF a VHF**

Se utiliza VHF en la bajada por ser la frecuencia más popular entre los aficionados, cualquier estación con un simple handy puede recibir al experimento, decodificar la telemetría y hacer análisis.

- **Sistemas de control**

Se trata de un sistema que permite comandos a distancia desde tierra por DTMF, accesible a cualquier aficionado autorizado, la respuesta se envía en CW o APRS.

- **Control de actitud**

Sistema que coloca al satélite en la posición adecuada para que los paneles solares estén alineados al sol.

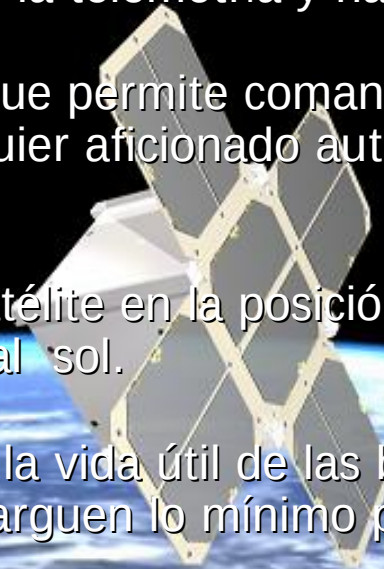
- **Sistemas de energía**

Se deberá asegurar que la vida útil de las baterías sea máxima, tratando que estas se carguen y descarguen lo mínimo para que el satélite funcione normalmente.

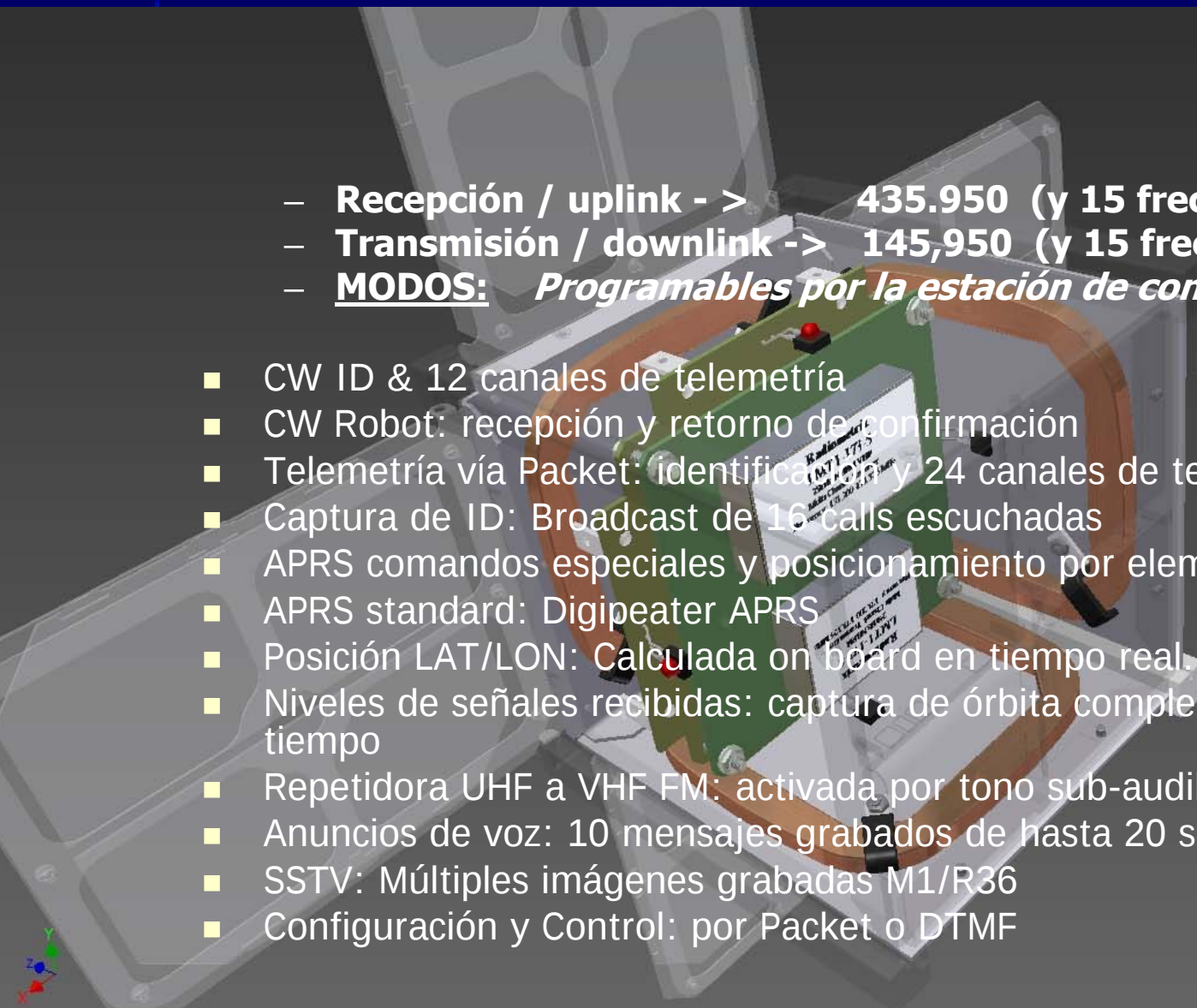
- **Telemetría**

La telemetría tiene formato APRS, dando posición y parámetros de funcionamiento en tiempo real.

- **Antenas**



# Lusex: características

- 
- **Recepción / uplink - > 435.950 (y 15 frecuencias más)**
  - **Transmisión / downlink -> 145,950 (y 15 frecuencias más)**
  - **MODOS: Programables por la estación de control**
- CW ID & 12 canales de telemetría
  - CW Robot: recepción y retorno de confirmación
  - Telemetría vía Packet: identificación y 24 canales de telemetría
  - Captura de ID: Broadcast de 16 calls escuchadas
  - APRS comandos especiales y posicionamiento por elementos keplerianos
  - APRS standard: Digipeater APRS
  - Posición LAT/LON: Calculada on board en tiempo real.
  - Niveles de señales recibidas: captura de órbita completa con marca de tiempo
  - Repetidora UHF a VHF FM: activada por tono sub-audible CTCSS
  - Anuncios de voz: 10 mensajes grabados de hasta 20 segundos cada uno
  - SSTV: Múltiples imágenes grabadas M1/R36
  - Configuración y Control: por Packet o DTMF

# ✓ Validación de los sistemas en entornos reales

- Globos vs Satelites
- Armado de maquetas voladoras en experimentos terrestres tipo “tuppersat”
- Armado de prototipos para vuelos estratosféricos en globos
- Estación de control de vuelo
- Estaciones de recepción de señales de telemetría y comunicaciones de voz y datos a lo ancho de la Argentina

# ✓ Validación de los sistemas en entornos reales

Se verifica en un entorno real:

- ✓ El hardware de comunicaciones
- ✓ El sistema de baterías
- ✓ El software de a bordo
- ✓ Los experimentos
- ✓ La estación de control
- ✓ La red terrestre de estaciones usuarias

# El Tuppersat



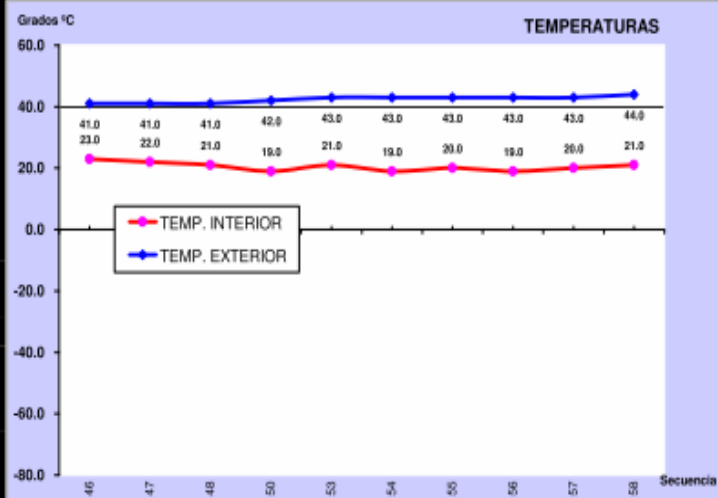
- Se prepara el hardware para volar en parapentes o planeadores, con cámara de imagen, antenas y baterías adecuadas a tal fin.
- Se validan las antenas y el software
- Se ajusta la estación de control
- Se ejercitan las estaciones de búsqueda
- Alcance medio 300 km

# El hardware de globo

- Armado de la carga útil en una caja de polifan, aislada eléctricamente por una capa de aluminio, con un alojamiento especial para las baterías y las cámaras de vuelo, video y SSTV



# La telemetría

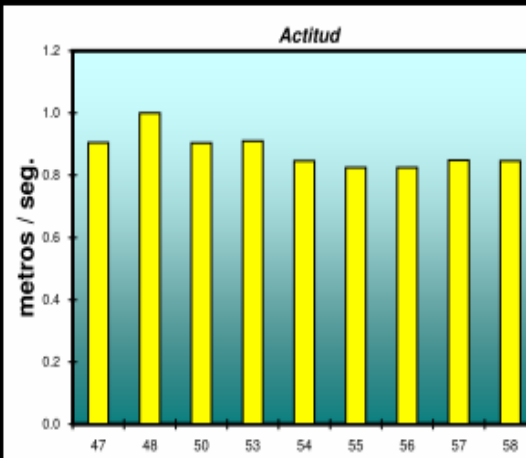
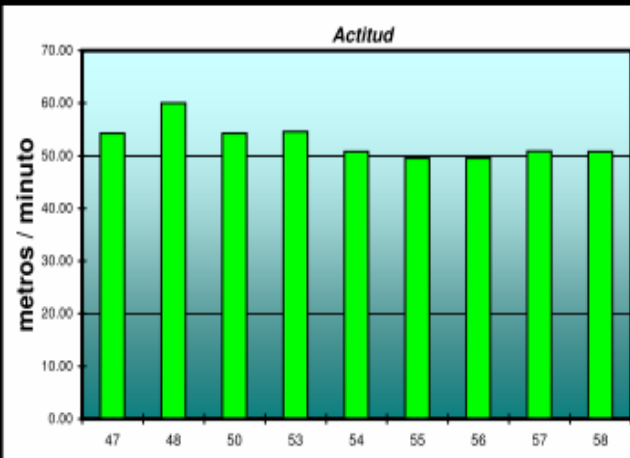


|                    |         |        |
|--------------------|---------|--------|
| ULTIMA VELOCIDAD   | 13.00   | Km/h   |
| Velocidad media =  | 14.82   | Km/h   |
| Velocidad maxima = | 24.08   | Km/h   |
| Altura máxima =    | 3040.00 | metros |

|               |      |        |
|---------------|------|--------|
| ULTIMA ALTURA | 3040 | metros |
|               | 9974 | PIES   |
| NIVEL         | 100  |        |

Maxima pendiente **60.0** Metros /min  
**1.0** m /seg

Pendiente media **52.7** Metros /min  
**0.88** m /seg



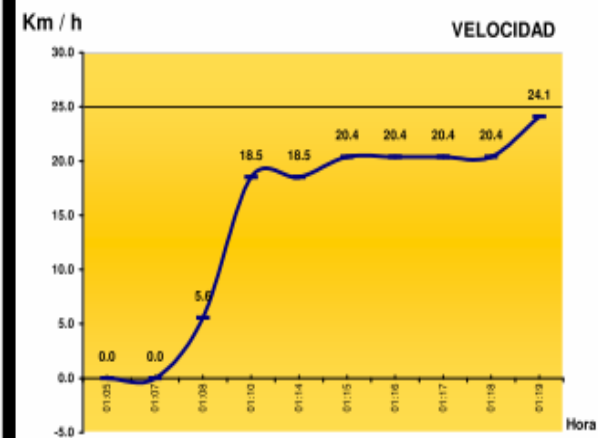
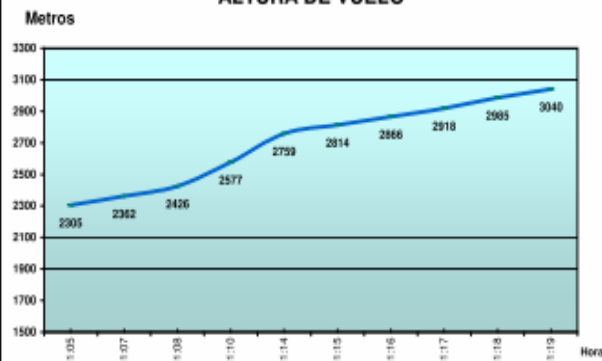
## AMSAT ARGENTINA

### CONTROL DE VUELO

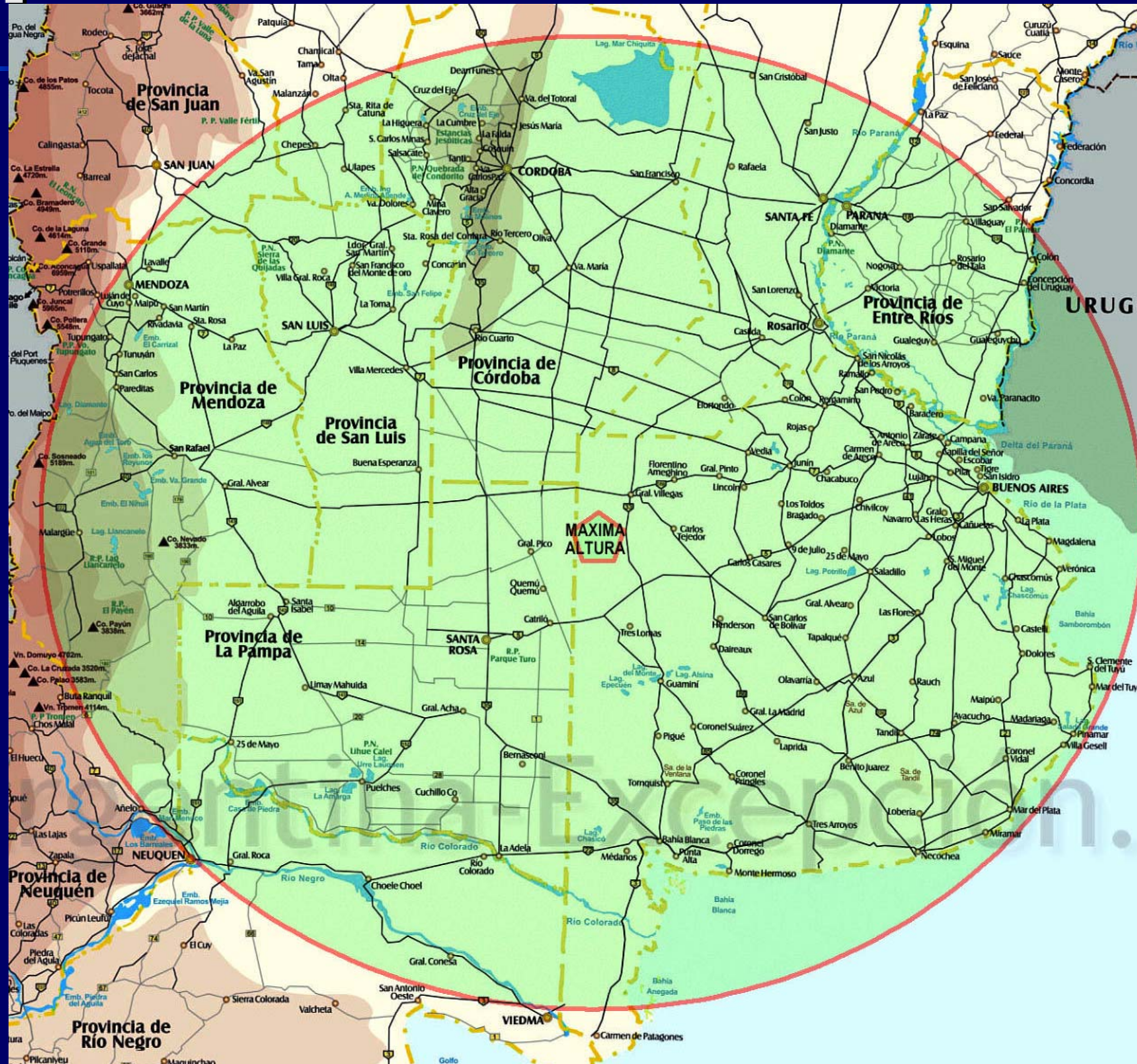


Fecha 27/03/2013  
Operación Gral. Pico - La Pampa  
Operador LU9DO  
Ultimo registro 01:19:46  
TRACK LU7AA-11  
Secuencia **58**

### ALTURA DE VUELO



# Estimación de la cobertura del experimento Globo AMSAT



# Cumplir con el marco regulatorio

- Conciliar las necesidades de la ANAC y las posibilidades de AMSAT, cumpliendo con los requerimientos de seguridad.
- Adaptar la información de vuelo al formato aeronáutico a través de un desarrollo a medida, validándolo con la NOAA y FAA.
- Información efectiva y en tiempo real, con redundancia en hardware y software.
- Un miembro de AMSAT destacado en el Centro de Control de Ezeiza, asegurando la información y coordinando las actividades del vuelo.

# Informe en tiempo real modo ANAC

VOR-1: LYE ?

Informe Posición Globo Amsat

VOR-2: OSA ?

CALL: LU7AA-11



Al 31-Mar 11:52 - Actualizado hace 7d 16h 1' 21"  
Alt: 95202 pies Curso: 217 ° Veloc: 9 Nudos  
Está a 45 m.náuticas al Noreste de Santa Rosa  
VOR Laboulaye: radial=201 dist=110 m.náuticas  
VOR Santa Rosa: radial=16 dist=43 m.náuticas



SMS = 201 LYE 110 / 16 OSA 43 / FL952 / CD217 / GS9 / 31-Mar 11:52 hace 7d 16h 1' 21"



Ingresar Celulares p/ envío SMS

*No se pueden enviar SMS a Personal*

## Celulares de contacto

15-nnnn-nnnn Ignacio Mazzitelli  
15-nnnn-nnnn Adrian Sinclair  
15-nnnn-nnnn Pedro Converso  
15-nnnn-nnnn Juan Carlos Parra

Celular-1 : 15-

Celular-2 : 15-

Celular-3 : 15-

Chart

Validar Celulares

Enviar SMSs

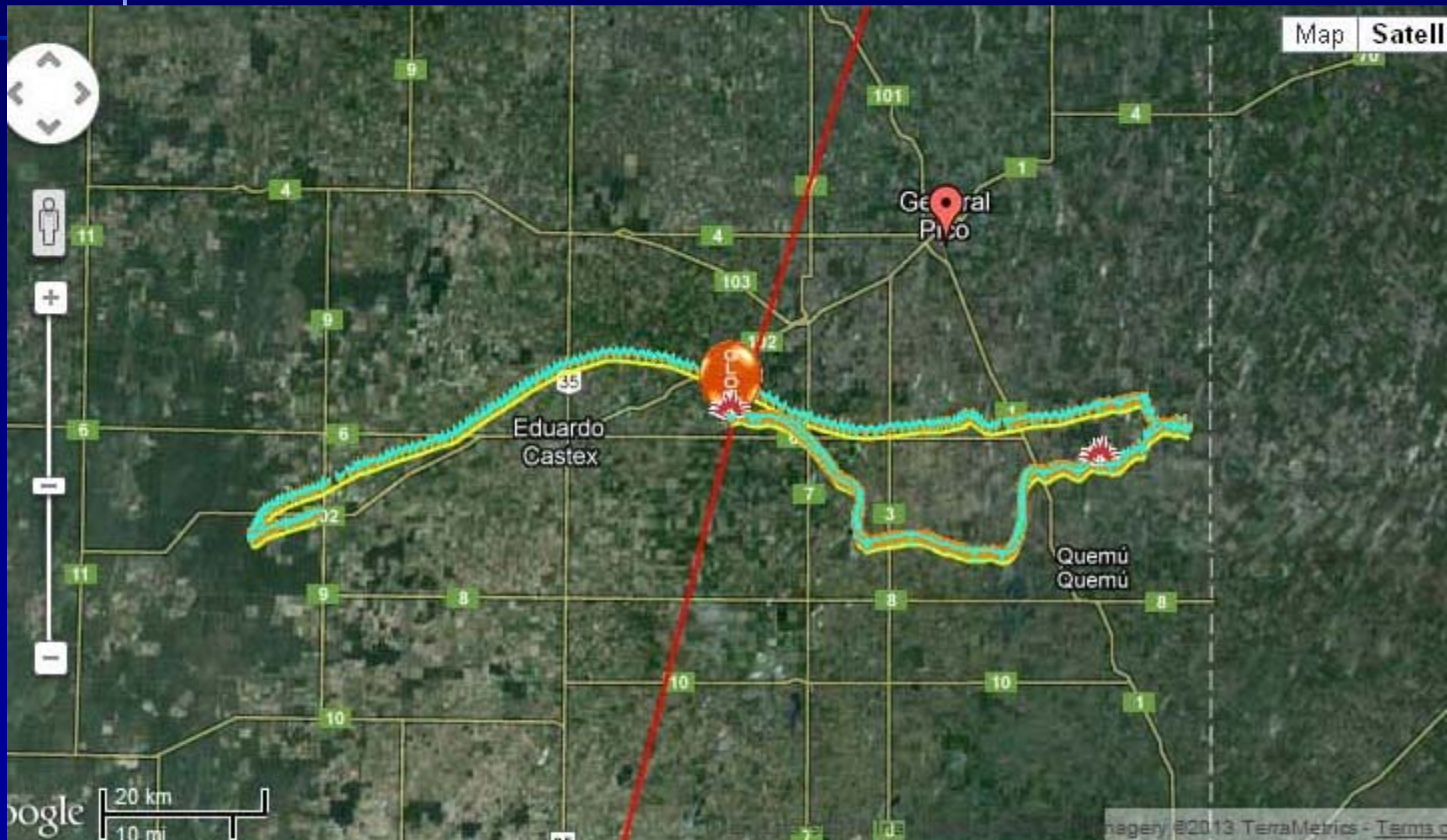
Mapa Findu

Pag Findu

Refrescar

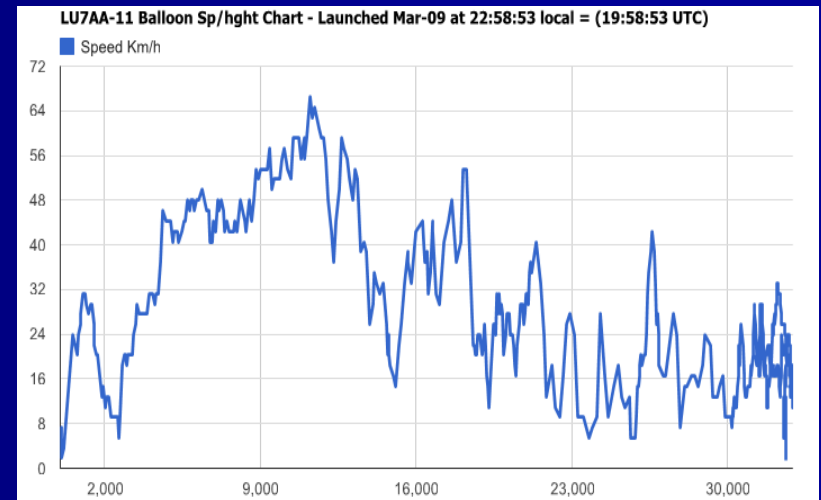
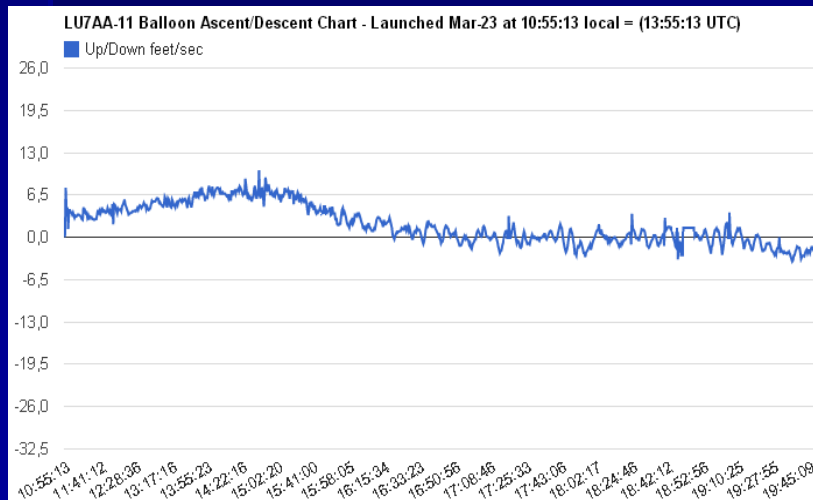
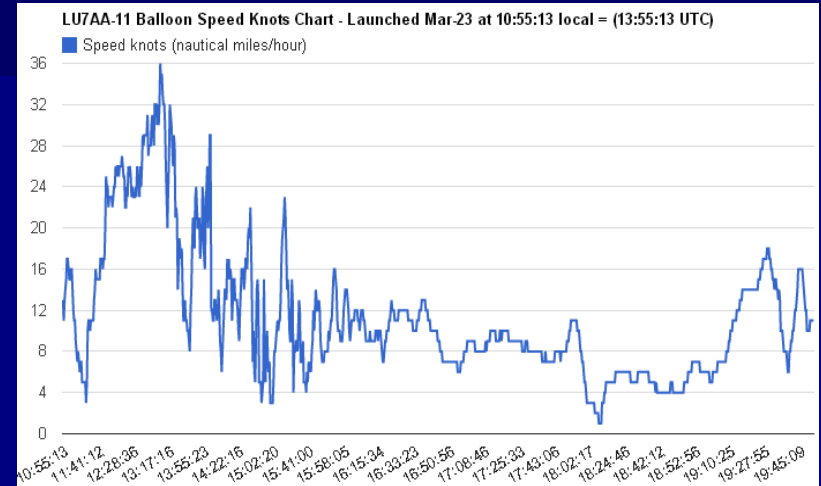
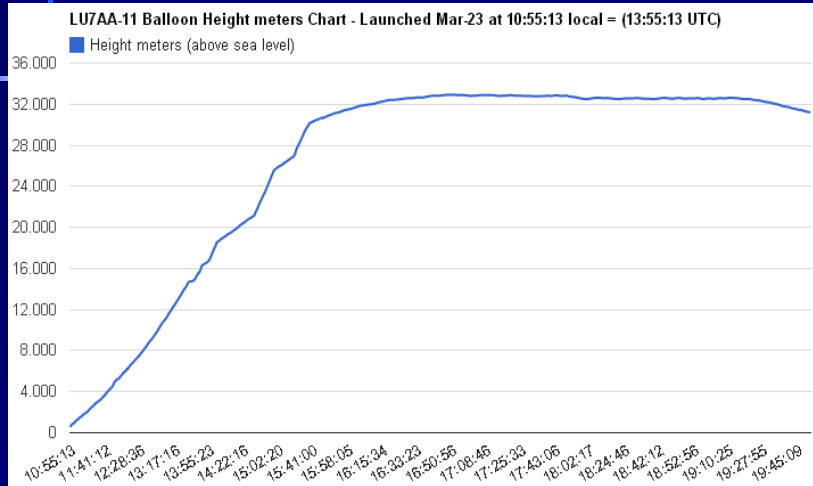
Auto-Refrescar: ☒ +Tiempo ☐

# Informe en tiempo real modo AMSAT



# Gráficos de vuelo online en tiempo real

<http://lu7aa.org.ar/vor.asp>



# Armonización de la información aeronáutica



## Calculador de rumbos y distancias a los VOR's

by LU9DO oct-2012

|                                            |                 |        |          |          |                  |                                               |                  |
|--------------------------------------------|-----------------|--------|----------|----------|------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| <b>Globo</b>                               | <b>LU7AA-11</b> | ← CALL | 35.47850 | latitud  | 36 ° 0 ' 5 " S   | Ingreso aquí la posición de la estación móvil | Ingreso de datos |
| Altura                                     | 28722           | metros | 62.07600 | longitud | 63 ° 54 ' 73 " W | MANUAL                                        |                  |
| Ingrese aquí la altura del globo en metros |                 |        |          |          |                  |                                               |                  |



|                      |            |           |          |          |                  |         |         |
|----------------------|------------|-----------|----------|----------|------------------|---------|---------|
| <b>VOR principal</b> | <b>LYE</b> | Laboulaye | 34.14139 | latitud  | 34 ° 8 ' 29 " S  | 35.4771 | 62.0756 |
|                      |            |           | 63.35806 | longitud | 63 ° 21 ' 29 " W |         |         |

|                 |       |    |
|-----------------|-------|----|
| Datos recibidos |       |    |
| 35              | 28    | 43 |
| 62              | 4     | 34 |
| altura          | 29309 |    |

|                       |            |        |          |          |                  |          |                  |
|-----------------------|------------|--------|----------|----------|------------------|----------|------------------|
| <b>VOR secundario</b> | <b>EZE</b> | Ezeiza | 34.82417 | latitud  | 34 ° 49 ' 27 " S | 63.35806 | 58 ° 31 ' 31 " W |
|                       |            |        |          | longitud |                  |          |                  |

|                  |                |        |            |              |
|------------------|----------------|--------|------------|--------------|
| al VOR PRINCIPAL | Radial         | 146    | declin.mag | Rb verdadero |
|                  | Distancia      | 102.1  | -3.9       | 142 °        |
|                  | Altura         | 96158  |            |              |
|                  | Nivel de vuelo | FL 962 |            |              |

|                   |                |        |            |              |
|-------------------|----------------|--------|------------|--------------|
| al VOR SECUNDARIO | Radial         | 264    | declin.mag | Rb verdadero |
|                   | Distancia      | 178.5  | -7.8       | 256 °        |
|                   | Altura         | 96158  |            |              |
|                   | Nivel de vuelo | FL 962 |            |              |

|           |       |           |        |
|-----------|-------|-----------|--------|
| Velocidad | 39    | Rumbo     | 114    |
|           | nudos |           | grados |
|           | 72.2  | Secuencia | 161    |
|           | km/h  |           |        |

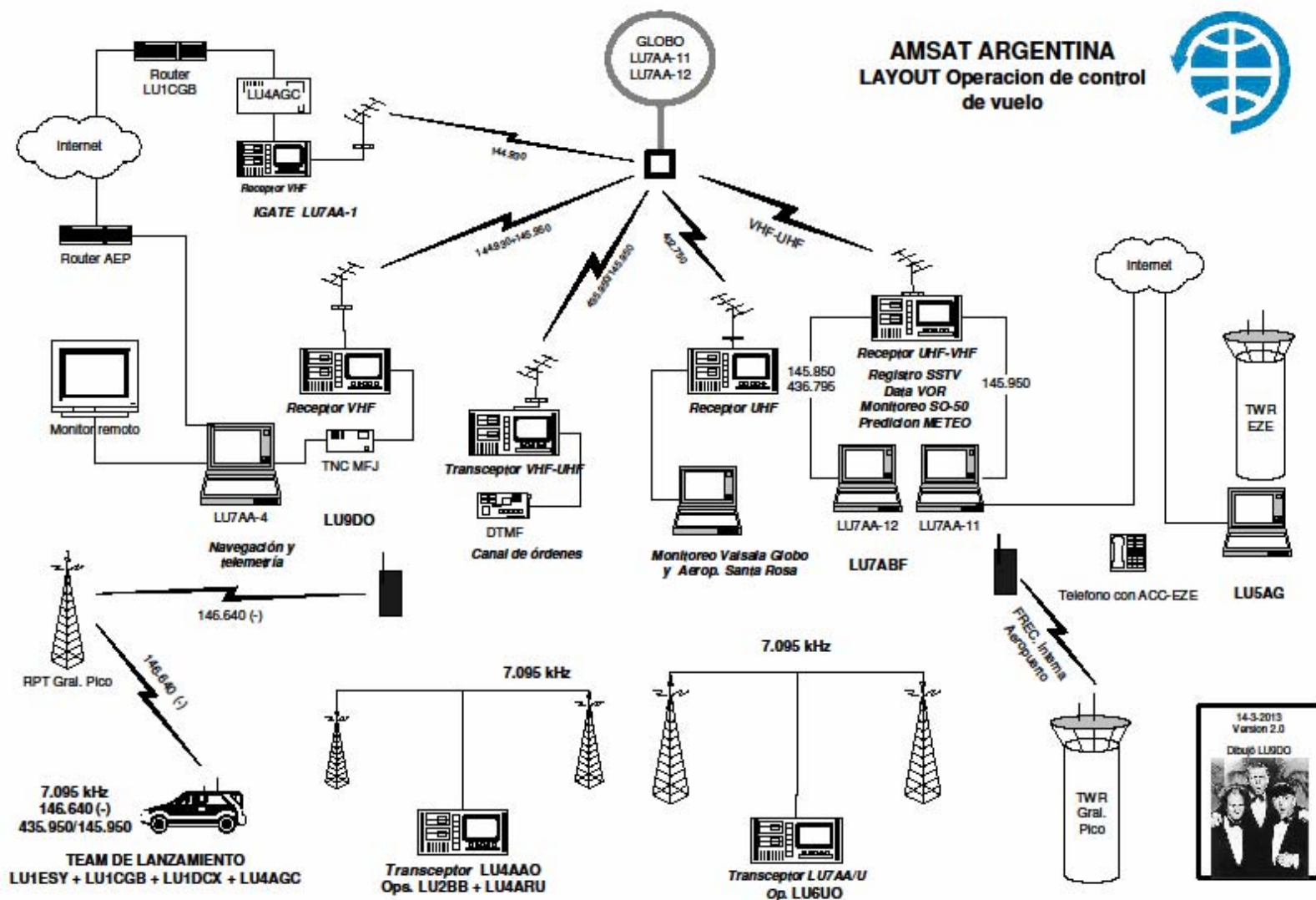
|            |     |           |     |       |     |
|------------|-----|-----------|-----|-------|-----|
| Mensaje -> | 146 | Laboulaye | 102 | Nivel | 962 |
|            | 264 | Ezeiza    | 179 | Nivel | 962 |




servidor findu



# Estación de control de vuelo



# Resultados obtenidos

- Vuelos de prueba de planeadores y parapentes de hasta 1500 metros, ensayos de antenas y análisis de cobertura, preparación de estaciones de tierra.
- Vuelos de globos estratosféricos, predicción y búsqueda de la carga útil, análisis de la telemetría, fotos y video, cielo negro
- Impacto en la comunidad amateur, los equipos de rescate, las predicciones y el material de vuelo recuperado

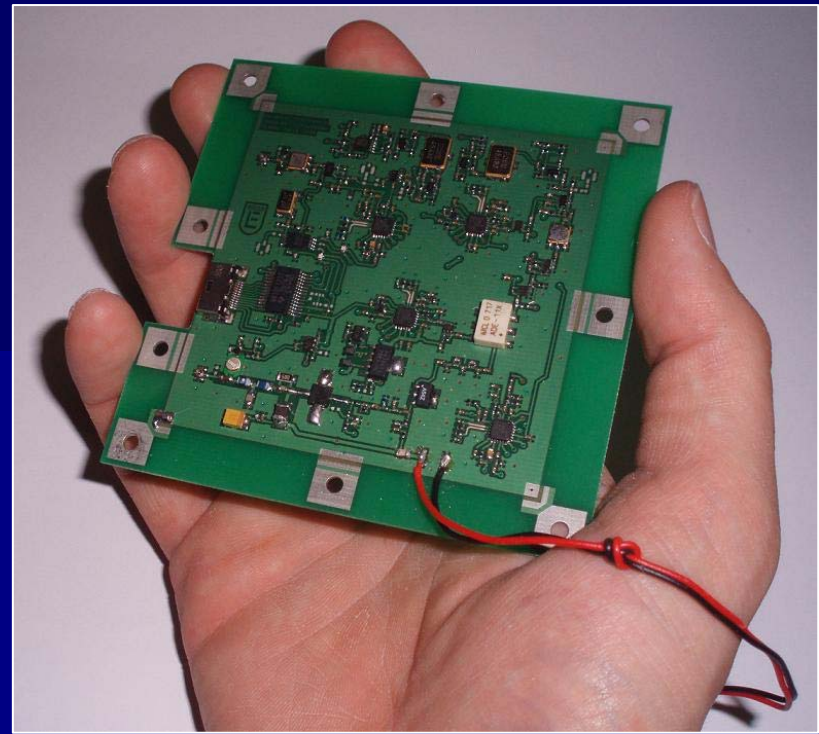
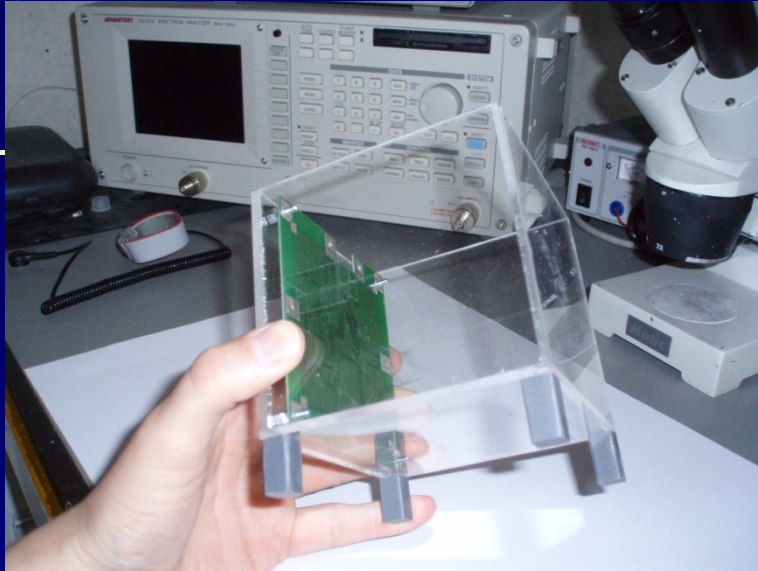
# Algunos resultados

05/19



- Comunicadas 400 estaciones, con cobertura nacional
- Fotos en tiempo real
- Video almacenado del vuelo
- Analisis de telemetrías que permiten el recupero con grupos de rescate
- Participación e interés en técnica operativa

# La fase IV



- Transponder lineal UHF a VHF @30 Khz
- Vuelos en globos coordinados regionales Bariloche/Gral Pico/Sur de Brasil
- Plataforma de pruebas estable para experimentos adicionales, abierta a la comunidad educativa/científica

# AMSAT Team

