Satélites estandarizados:

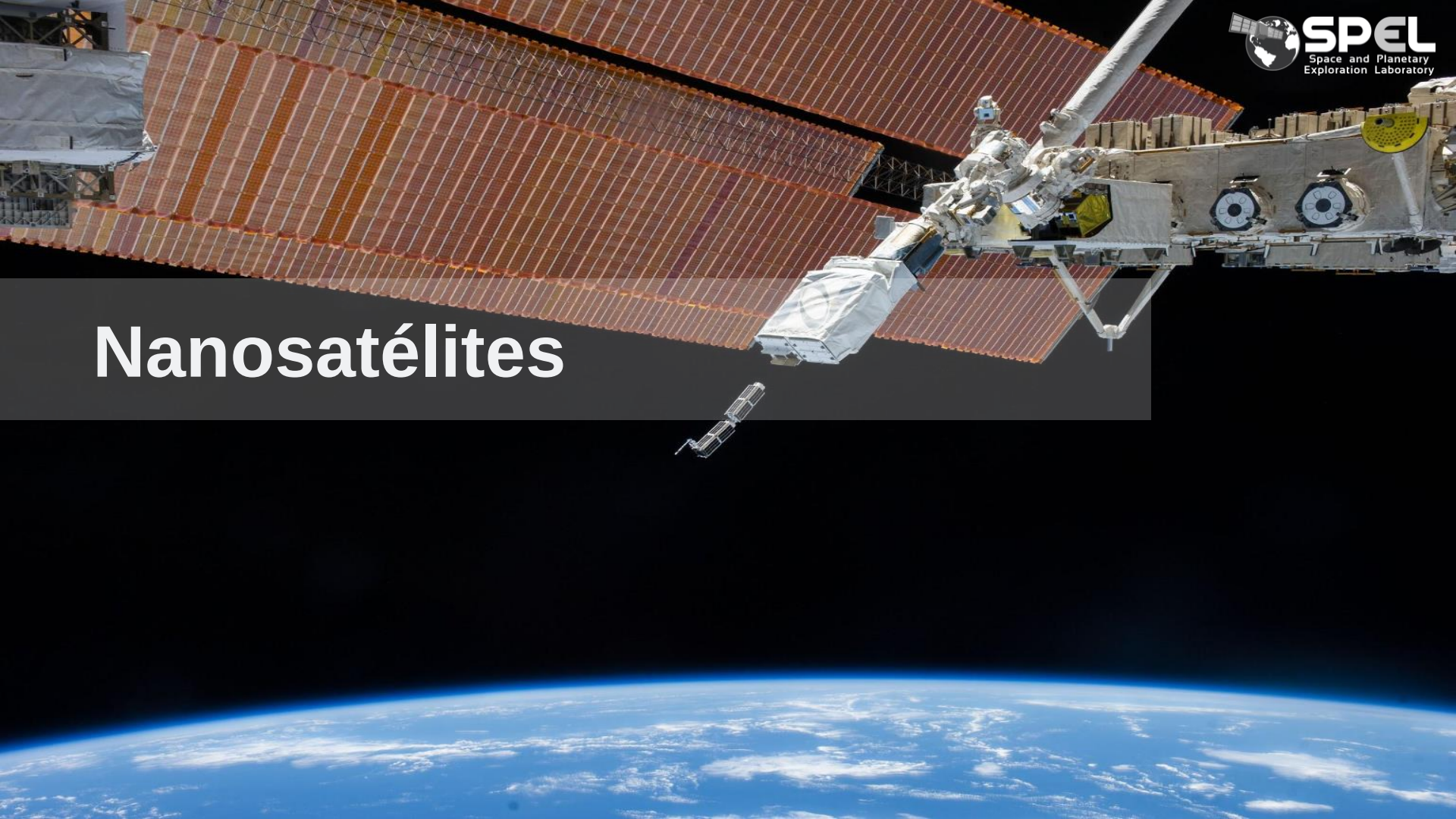
Una posibilidad cierta de tener un programa espacial en Chile

Marcos Díaz.
09/07/2018

Comisión Desafíos del Futuro, Senado, República de Chile

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile
Beaucheff 850, Santiago, Chile

spel.ing.uchile.cl
spel@ing.uchile.cl
+56 2 2978 4204



Nanosatélites

Un poco de historia

Siglo XIII

Siglo XX

1957

1969

1990

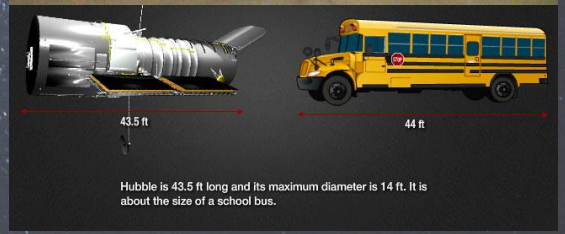
Filosofía clásica

Sistema personalizado → Mayores costos y tiempo

Tipo de carga útil → Diseño del satélite

Telescopio Espacial Hubble

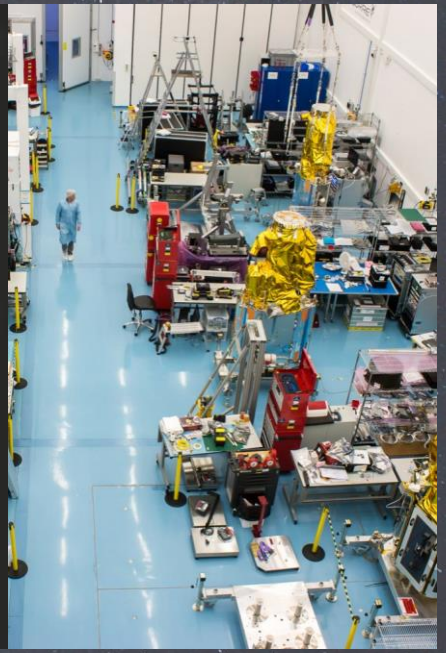
- 1973: Primer diseño
- 1977: Diseño refinado y presupuesto aprobado
- 1990: Puesta en órbita
- 2016: Aún en operación



SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Comienza el cambio

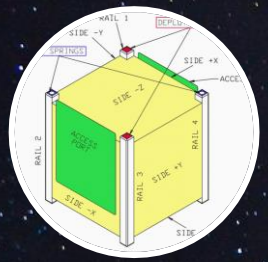
- 1977: Universidad de Surrey
  - Martin Sweeting
  - Satélites pequeños con partes comerciales
- 1981: Se lanza el UoSAT-1 por la NASA
  - Gran éxito de la misión
  - Se crea una compañía y centro espacial
- 1995: Construyen Fasat-Alfa
- 1998: Puesta en órbita del Fasat-Beta
- 2002: Martin Sweeting es nombrado caballero



La clave
Uso de componentes comerciales (COTS)

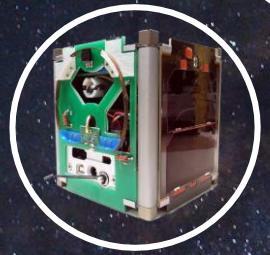
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Aparecen los Cubesats



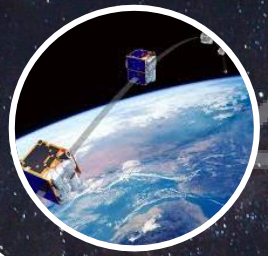
1999
Se propone el estándar

2003
Se lanzan los primeros cubesats



2009
Se trae la idea a Chile

2010
Primer Cubesat financiado por NSF en EEUU



2011
Parte el proyecto SUCHAI

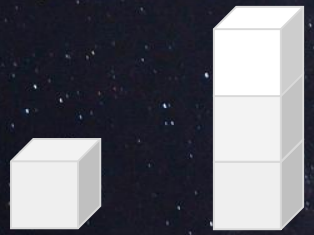
2017
Más de 350 Cubesat lanzados

Tipo	Tamaño [kg]
Satélite	> 1000
Sat. Medio	500-1000
Sat. Mini	100-500
Micro Sat	10-100
Nano Sat	1-10
Pico Sat	0,1-1
Femto Sat	< 0,1

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

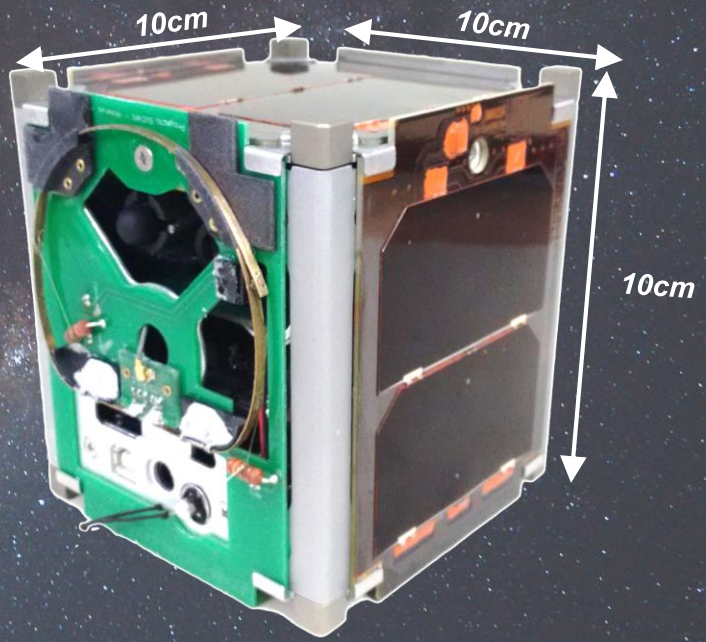
El concepto Cubesat

Consiste en construir satélites **modulares ESTANDARIZADOS** en forma de **cubos** de bajo **costo** y rápido tiempo de desarrollo usando componentes comerciales (COTS)

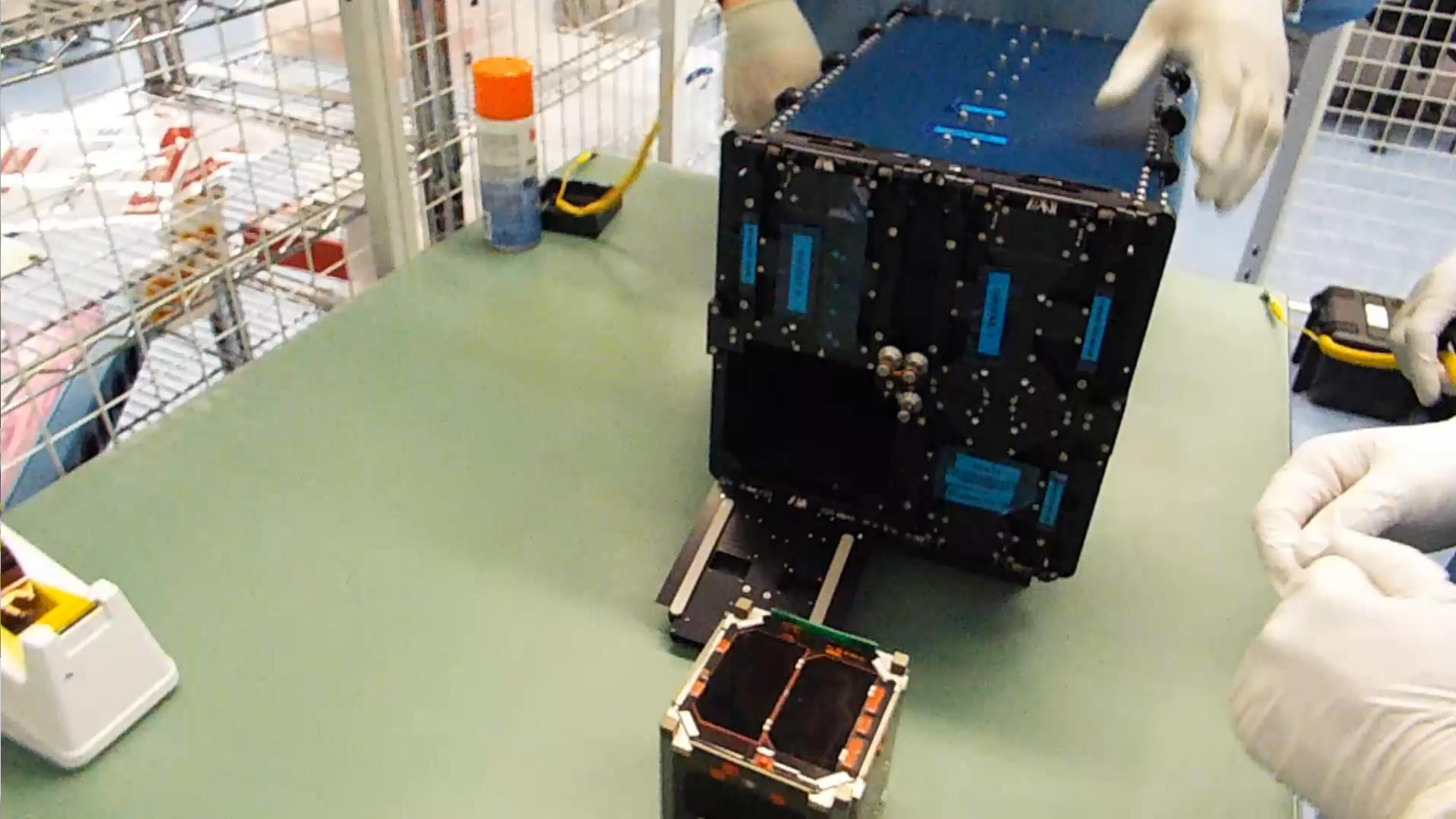


1U
10x10x10 cm
1 Kg

3U
10x10x30 cm
5 Kg

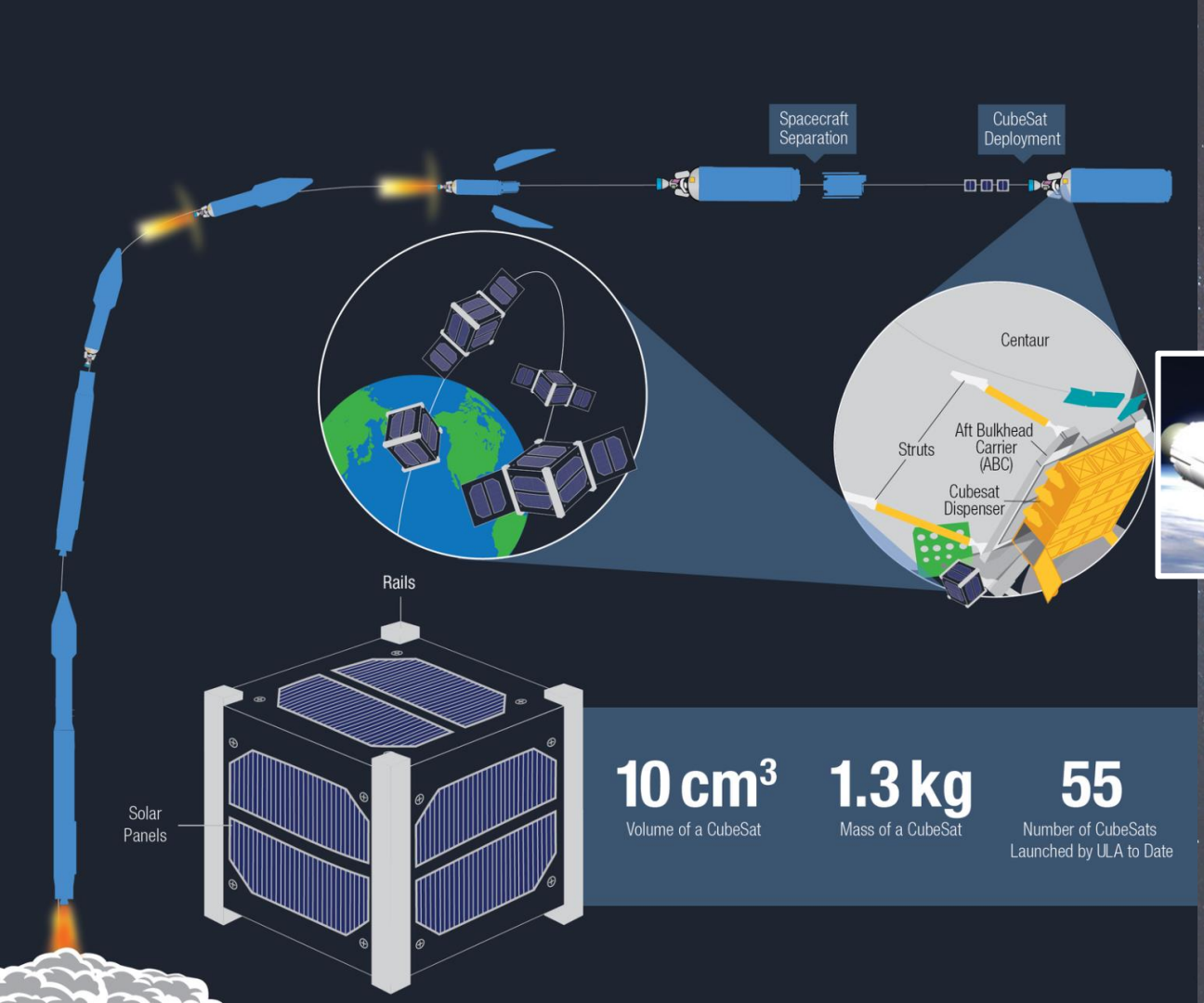


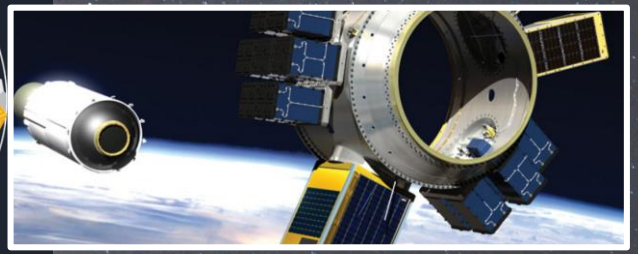
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory



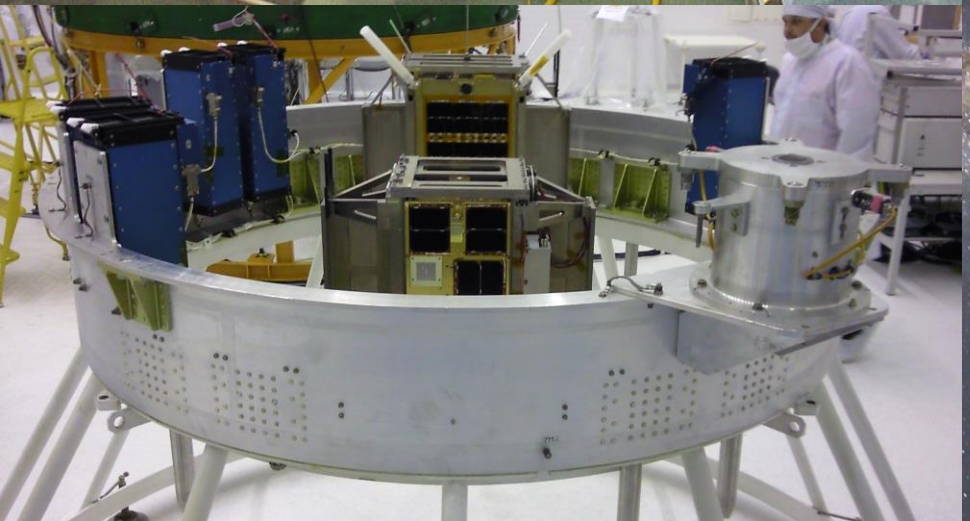
Lanzamiento

Estandarización en cohete. Ej. SHERPA

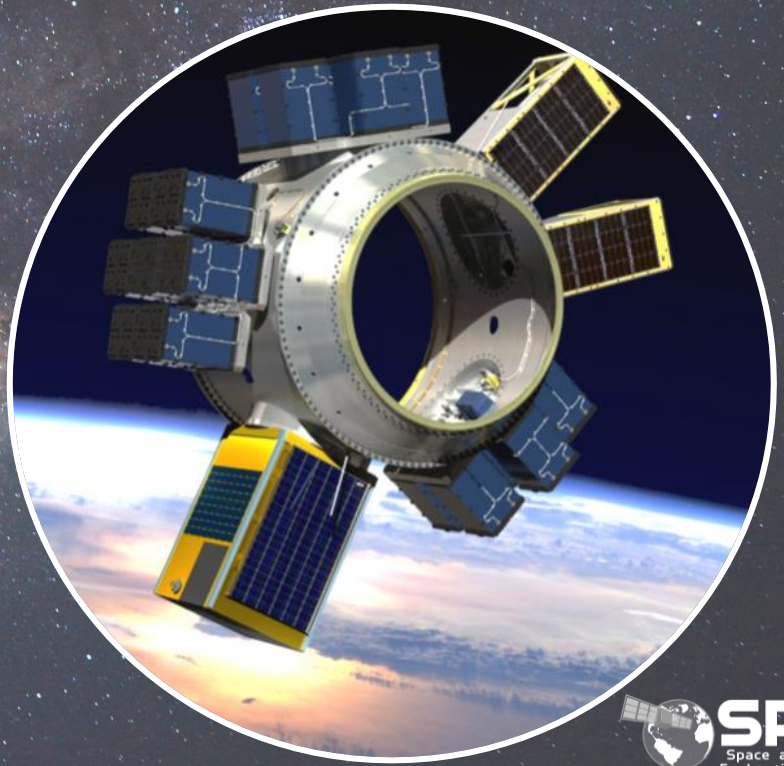




SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory



Sistema estándar en el cohete

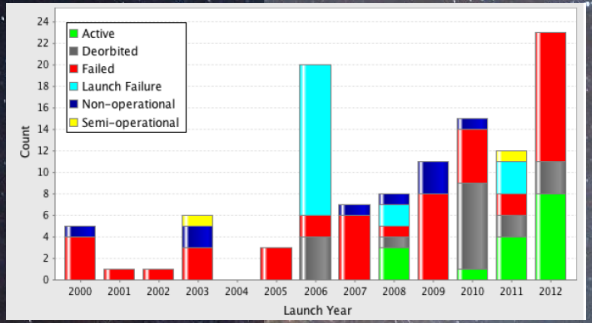


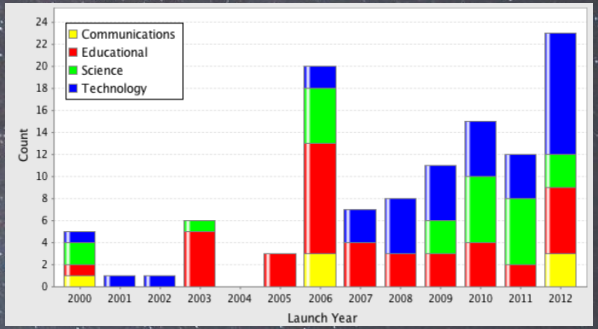
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

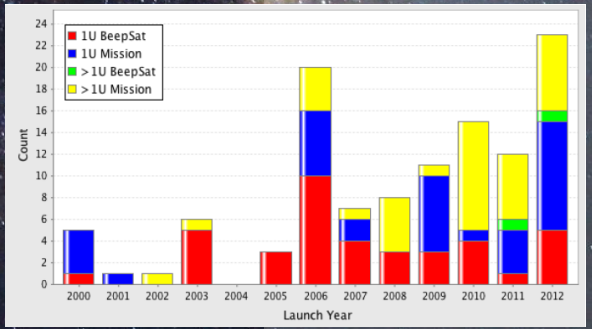
Algunas estadísticas

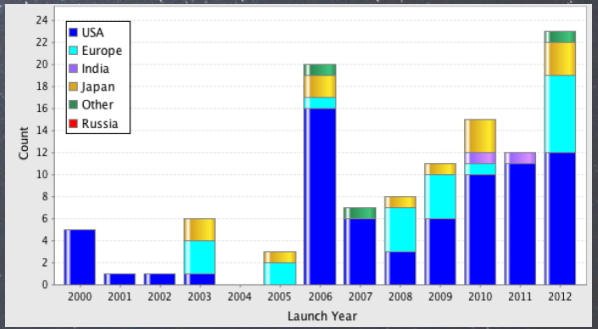
The First One Hundred CubeSats: A Statistical Look by Michael Swartwout

1. La mayoría de los éxitos se dieron en esta década .
2. El número explota después de 2013. Desarrollos comerciales
3. No son muchos los grupos en el mundo con programas continuos (< 30).









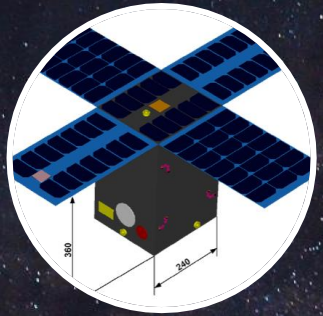
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Más allá de la academia

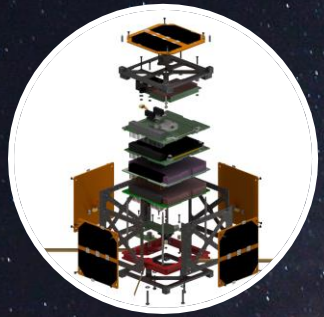
1. **Primera ola**
    a. El concepto de nano satélites
    b. Lanzamientos de prueba
    c. Objetivos educacionales
2. **Segunda ola**
    a. Payloads para mediciones científicas
    b. Misiones enfocadas a ciencia
    c. Masificación en universidades y centros
3. **Tercera ola**
    a. Payloads para aplicaciones comerciales
    b. Misiones con objetivos comerciales
    c. Nace una industria de nanosatélites

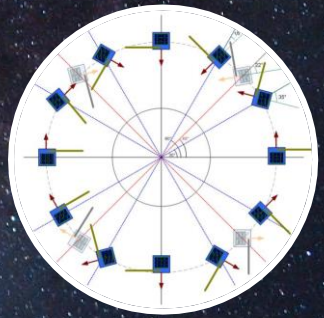
No todo es perfecto

Energía limitada



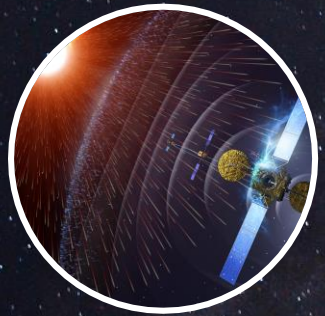
Espacio limitado





No hay propulsión

Radiación solar



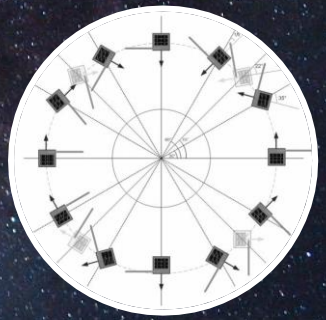
Baja tasa de datos

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

No todo es perfecto

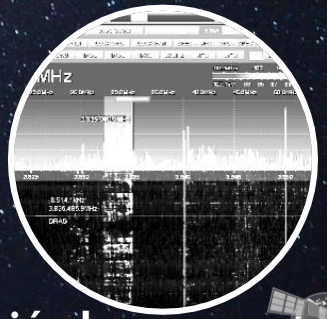
Energía limitada

Espacio limitado



No hay propulsión

Radiación solar

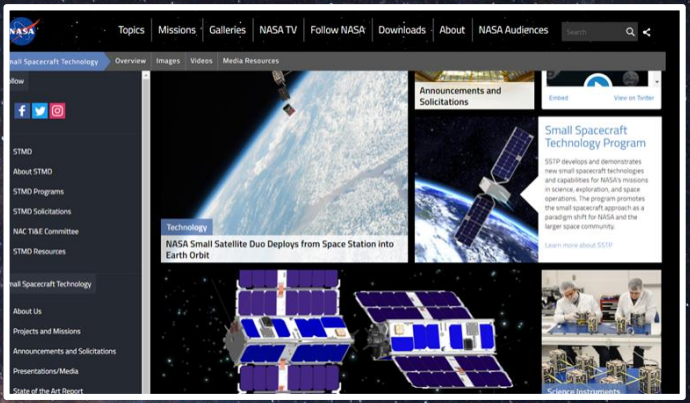


Baja tasa de datos

¡Espacio para la investigación e innovación!

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Tendencias: ciencia, educación y desarrollo



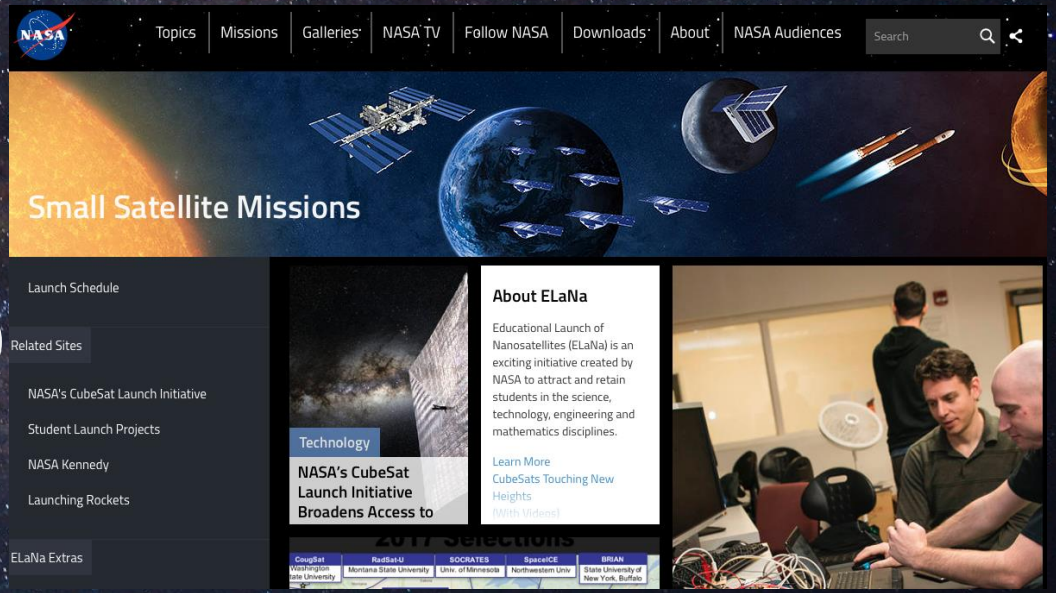
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Programas Palanca

Educational Launch of Nanosatellites Program (ELaNa - NASA)

https://www.nasa.gov/mission_pages/smallsats/elana/index.html

Lanzamientos: 55
Fallas cohete: 6
Por venir: 49 (2017-2018)



SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Fly your satellite pogramme (ESA)

http://www.esa.int/Education/CubeSats_-_Fly_Your_Satellite

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

UN-JAXA program (Modulo Kibo en la ISS)

http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/hsti/kibocube_2017.html

UNITED NATIONS
Office for Outer Space Affairs

Search

About Us | Our Work | Benefits of Space | Information for... | Events | Space Object Register | Documents | COPUOS 2017

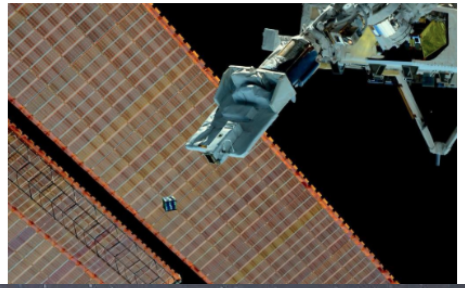
Our Work > Programme on Space Applications > HSTI > International Cooperation > KiboCUBE

The United Nations/Japan Cooperation Programme on CubeSat Deployment from the International Space Station (ISS) Japanese Experiment Module (Kibo) "KiboCUBE"

The application period for the second round of KiboCUBE has ended.

BACKGROUND

The United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) are pleased to announce the *United Nations/Japan Cooperation Programme on CubeSat Deployment from the International Space Station (ISS) Japanese Experiment Module (Kibo) "KiboCUBE"*.



KiboCUBE is the dedicated collaboration between UNOOSA and JAXA in utilizing the ISS Kibo for the world. KiboCUBE aims to provide educational or research institutions from developing countries of United Nations membership with opportunities to deploy, from the ISS Kibo, cube satellites (CubeSats) which they develop and

Our Work
- Secretariat of COPUOS
- Programme on Space Applications
  - PSA News
  - Fellowships
  - Schedule of Activities
  - BSSI
  - BSTI
  - HSTI
    - International Cooperation
      - KiboCUBE
    - Outreach
    - Capacity-Building
      - ZGIP
      - DropTES
      - Orbital Mission
  - Areas of work
  - Regional Centres
  - Publications
  - Reports

SPEL Space and Planetary Exploration Laboratory

Ciertas áreas requieren un apoyo logístico mayor

Estudios Oceanográficos

Estudios Astronómicos

Estudios Antárticos

Estudios Espaciales

¿Por qué Chile?

Ventajas

Geográficas: casi del ecuador a la antártica y en el sur.

El espacio ya es un bien para Chile: Astronomía

Desafíos: Monitoreo Ambiental

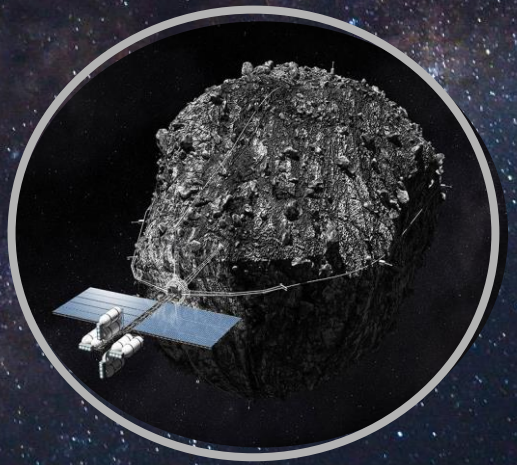
Ventajas tecnológicas: Energía, Fibra Óptica, Bajas temperaturas en el sur.

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Amenazas

Para la astronomía

Para la minería



La tecnología: IoT, exploración, alimentos, construcción, etc.

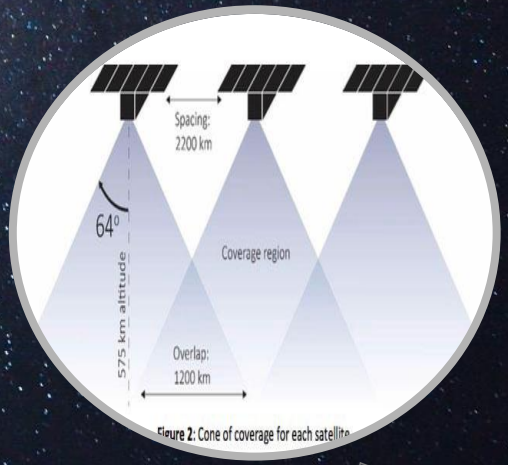
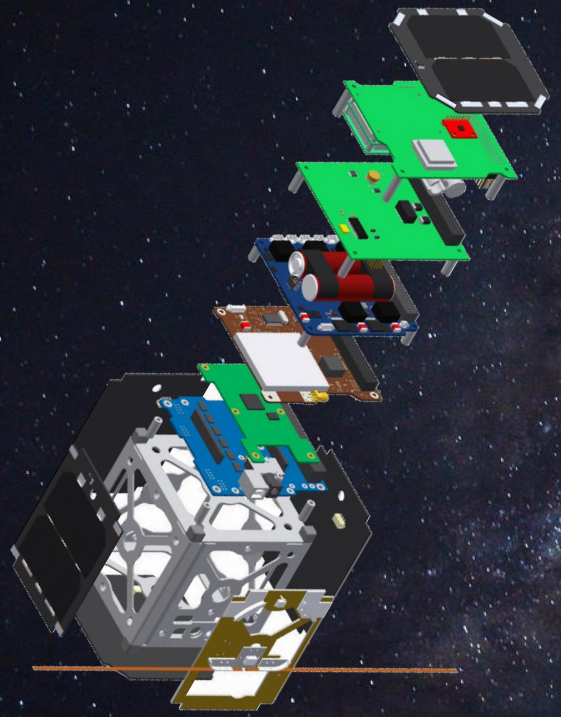


Figure 2: Cone of coverage for each satellite

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Proyecto SUCHAI 1

Objetivos de la misión



Social

Cambiar estado mental con proyectos de alta complejidad

Educación

Formación de capital humano avanzado

Ciencia

Plataforma para experimentos científicos en ambiente espacial

Tecnología

Integración y desarrollo de tecnología espacial en Chile

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

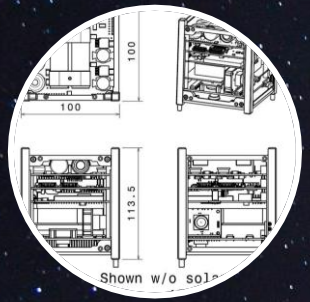
Linea de tiempo

1,5 años

3 años

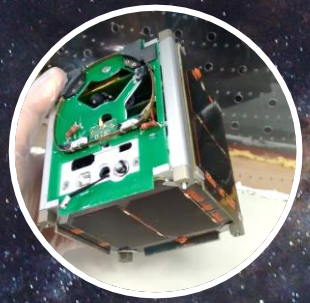
3,5 años

2009



2011

2013



2014

2016

2017

Fondecyt

Anillo

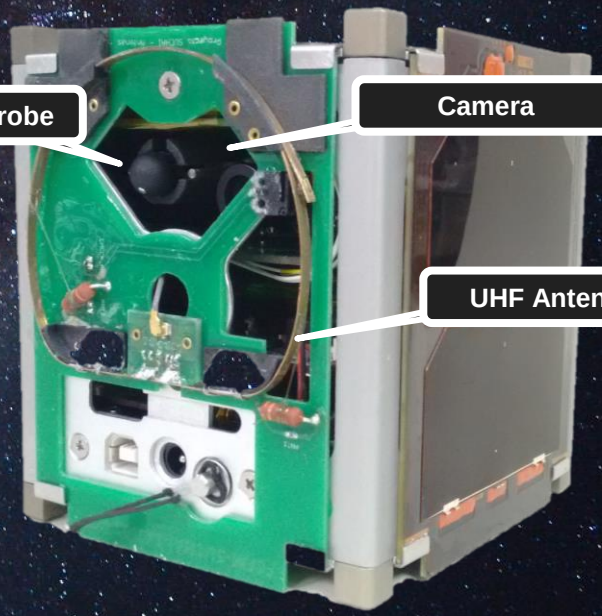
Fondequip

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

SUCHAI-1

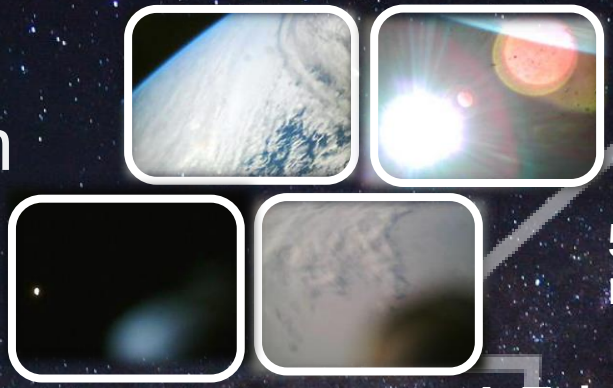
Proyecto Piloto

- Financiado enteramente por la FCFM
- Cubesat de 1U y 1 kg de peso
- Objetivo educacionales, científicos y sociales.
- Tres experimentos principales: Estudio Ionosfera, estudio de materia en ambiente hostil y degradación de baterías de Ion Litio en el espacio.
- Múltiples estudios del comportamiento del sistema: temperatura, desempeño del procesador, del software de vuelo, del sistema de comunicación, de la orientación del vehículo, etc.



SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

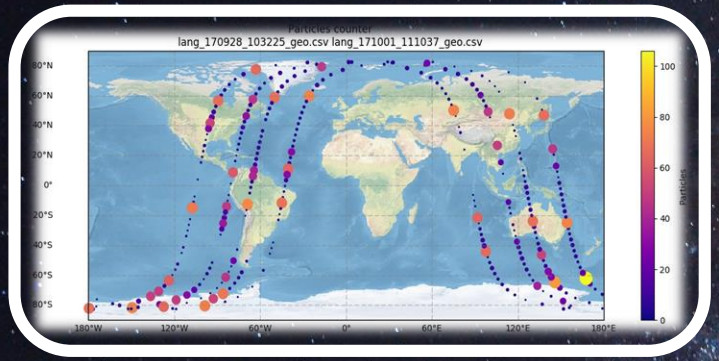
Éxito de la misión



6. Fotografía
Tomar una fotografía de la tierra

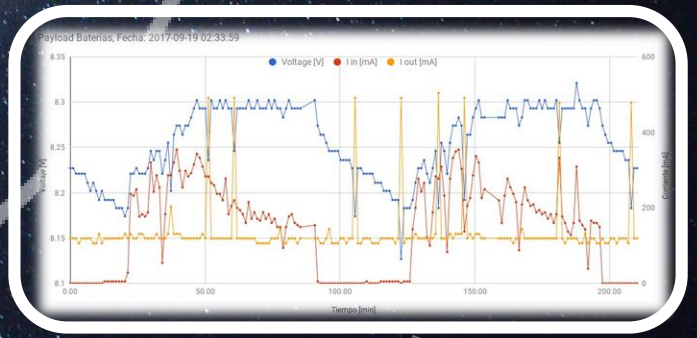
5. Datos científicos
Funcionamiento de cargas útiles

4. Telecomandos
Recepción y ejecución remota de órdenes



3. Escuchar baliza
Correcto funcionamiento del sistema

2. Puesta en órbita
Exportación e integración



1. Pasar pruebas de lanzamiento
Finalizar satélite y pasar pruebas rigurosas

0. Formación de capital humano
Educación

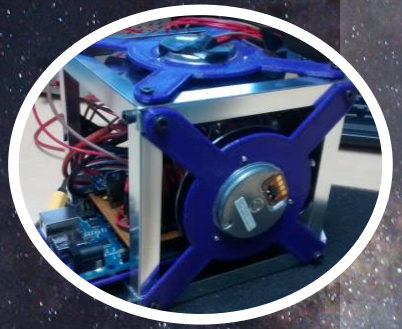
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

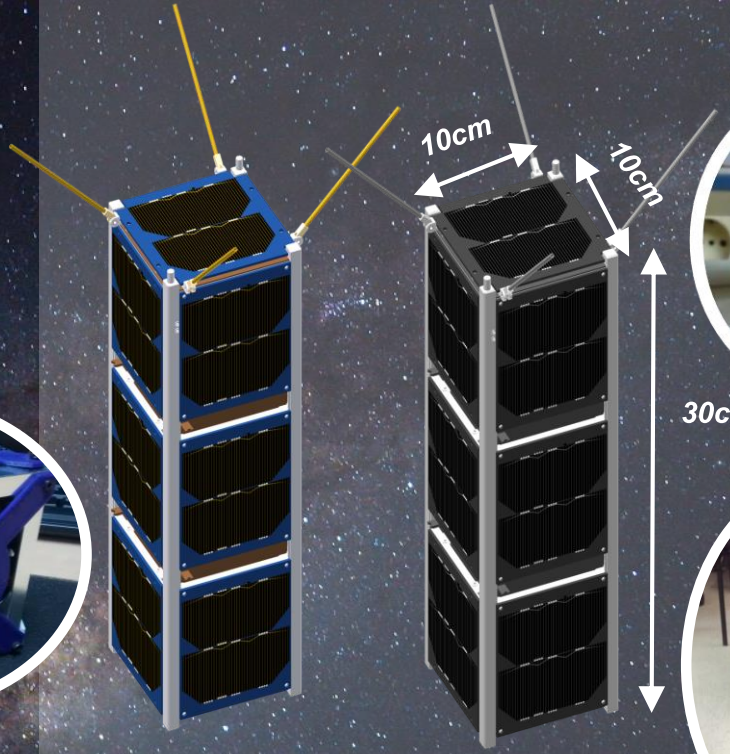
Proyectos SUCHAI 2-3

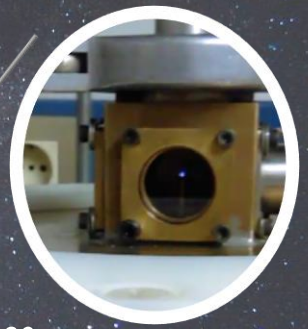
SUCHAI 2 y 3

Satélites científicos para estudio de física espacial con financiamiento CONICYT

- FONDECYT (2016 - 2018)
- Anillo (2016 - 2018)
- FONDEEQUIP (2016-2017)



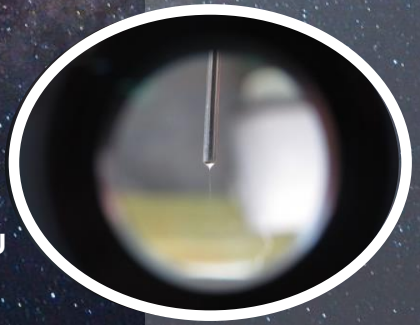




x2

x3

x3



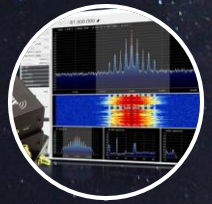
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

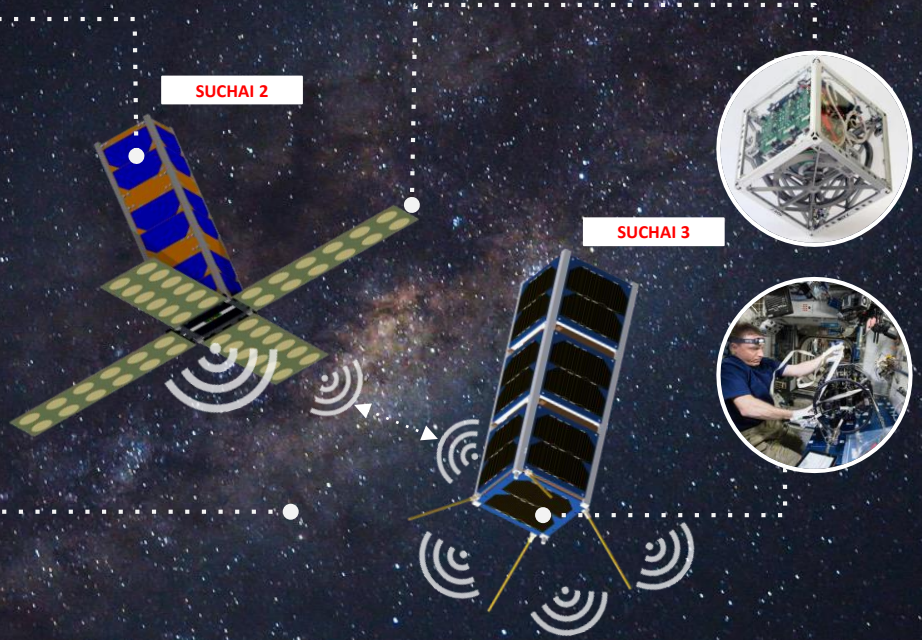
Objetivos

Estudio científico-tecnológico para el desarrollo de redes de sensores espaciales y de comunicaciones

Física Espacial
Desarrollo de instrumentos para medir la Ionosfera y Magnetosfera terrestre: Sondas de Langmuir, magnetómetros y sistemas de radio.

Comunicaciones
El enlace debe mejorar y se puede usar para medir: Radios reprogramables y arreglo de antenas entre espacio-tierra y inter-satélite.





Tecnología
Para mejorar la ciencia a realizar algunos aspectos tecnológicos deben mejorar: Estimación y control de orientación y sistemas de despliegue.

Ambiente Espacial
Evaluación de los sistemas para estudios de desempeño en el espacio: Microgravedad, materia fuera de equilibrio, experimentos biológicos, etc.

Satélites listos temprano en 2019. Los lanzamientos aún no están financiados

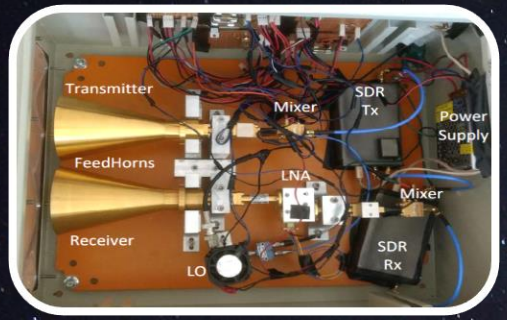
SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Laboratorio de Exploración Espacial y Planetaria (SPEL)

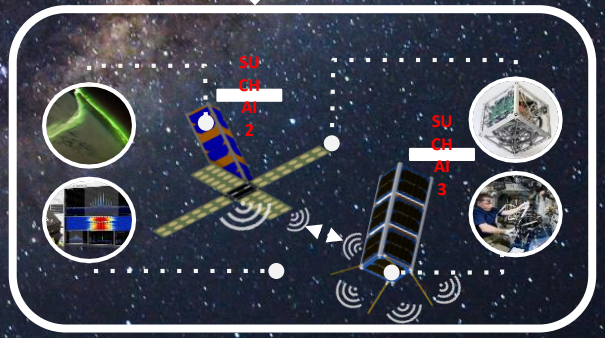
Áreas de Interés

Globos de estratosféricos

Cohetería para y desde Globos



Instrumentación:
Astronomía
Geociencias
Comunicaciones (banda ancha y sensores)

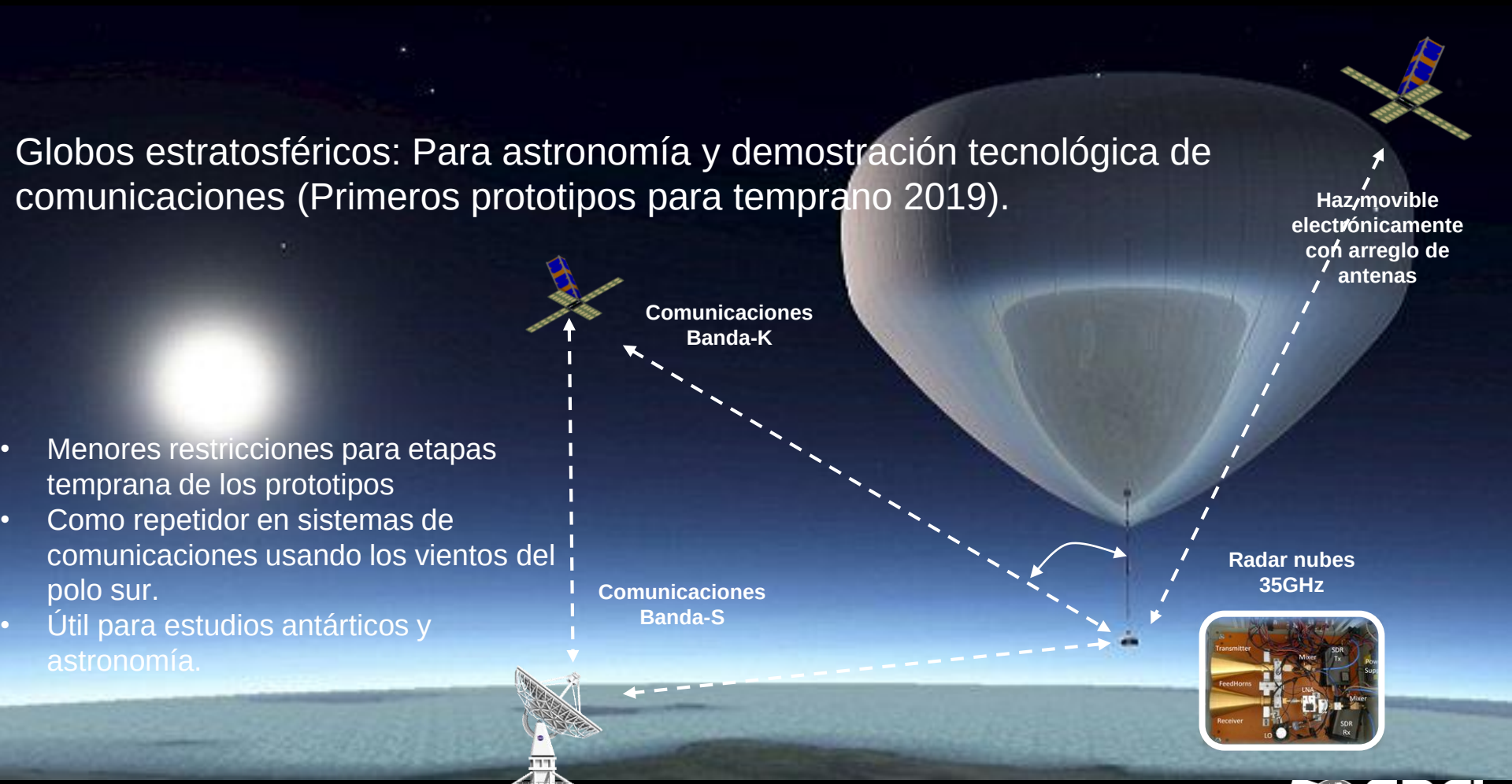


Constelaciones de satélites

Tecnología satelital tanto en espacio como en tierra

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Globos estratosféricos: Para astronomía y demostración tecnológica de comunicaciones (Primeros prototipos para temprano 2019).



- Menores restricciones para etapas temprana de los prototipos
- Como repetidor en sistemas de comunicaciones usando los vientos del polo sur.
- Útil para estudios antárticos y astronomía.

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Integrantes

Estudiantes

- Accel Abarca
- David Acuña
- Joaquín Díaz
- Carlos Gonzalez
- Samuel Gutiérrez
- Tamara Gutiérrez
- Rodolfo Jara
- Susana Jorquera
- Ignacio Maldonado
- Jorge Marin
- Miguel Martinez
- José Ogalde
- Tomas Opazo
- José Pedreros
- Matías Ramírez
- Ricardo Ramos
- Camilo Rojas
- Matías Sandoval
- Rodrigo Silva
- Juan Carlos Valdés
- Matias Vidal

Ingenieros

- Francisco Anguita
- Julián Barra
- Alex Becerra
- Gustavo Díaz
- Pablo Maldonado
- Elías Obreque
- Gerardo Peña
- Javier Rojas

Investigadores

- Gonzalo Avaria
- Cesar Azurdia
- Alexandre Bergel
- Marcos Diaz
- Sandra Cespedes
- Claudio Falcon
- Cesar Fuentes
- Ricardo Finger
- Ernesto Gramsch
- Patricio Mena
- Viviana Meruane
- Pablo Moya
- Marcos Orchard
- Cristian Pavez
- Nicolás Reyes
- Natalia Romanova
- Jorge Silva
- Leopoldo Soto
- Marina Stepanova
- Juan Alejandro Valdivia
- Juan Cristobal Zagal

Instituciones

- **FCFM - UCH**
- **Facultad de Ciencias - UCH**
- **Facultad de Ciencias - USACH**
- **Laboratorio de plasma y Fusión Nuclear- CCHEN**
- ERAU
- BU
- U. Tokyo
- NASA

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

Costos de un programa espacial basado en nanosats:

Ciencia, comunicaciones, sensores y monitoreo logístico.

- **USD 80 k (lanzamiento 1U)**
- **USD 70 k (componentes 1U)**
- **USD 80 k (Ingenieros 1U)**
- **USD 20 k (Apoyo estudiantes 1U)**

TOTAL: 250 k por 1U

- **USD 1M por año (3 a 4U por año)**
- **USD 2M por año (6 a 8U por año)**
- **USD 3M por año (12U por año)**
- **USD 5M por año (12U por año y 4 pruebas de cohetes)**

SPEL
Space and Planetary Exploration Laboratory

“I think there is a world market for maybe five computers”

Thomas Watson, president of IBM, 1943