

Vigilando el Espacio desde la Universidad de Sevilla



Rafael Vázquez
Valenzuela

Catedrático de Mecánica Orbital

ETSi, Universidad de Sevilla

Director de la Cátedra de Vigilancia Espacial

Coordinador del futuro Máster en
Operación de Sistemas Espaciales (MOSE)

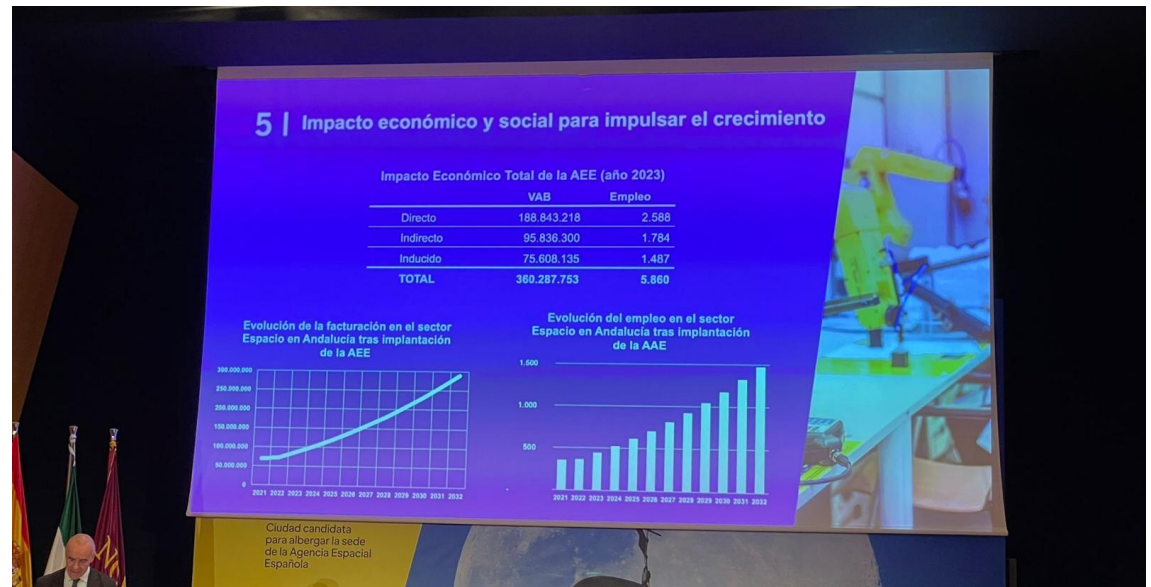
Ingeniería
Aeroespacial
ETSI - Universidad de Sevilla





El Sector Espacial en Sevilla y España

- **Sevilla, sede de la Agencia Espacial Española!**
- Creciente importancia del sector espacial en la región
- INMENSAS oportunidades de futuro para la investigación, la formación y la colaboración con la industria... y para la gente joven que quiera trabajar en el sector





En esta
presentación...

1. Grupo de Ingeniería Aeroespacial – Espacio
2. Vigilancia Espacial
3. Cátedra de Vigilancia Espacial y futuro MOSE

Ingeniería
Aeroespacial

ETSi - Universidad de Sevilla

Grupo de Ingeniería
Aeroespacial - Espacio

Ingeniería Aeroespacial en la US

- Universidad de Sevilla: >500 años de historia, 3ª más grande de España
- ETSi: Creada en los 60s, rigor científico-técnico, colaboración con la industria
- Ingeniería Aeroespacial desde 2002, 2ª en España
- Grados, másteres y doctorado con altos requisitos de acceso
- Enfoque principal en aeronáutica, pero creciente interés en **espacio**
- Departamento de Ingeniería Aeroespacial y grupo GIA desde 2006



Grupo de Ingeniería Aeroespacial - Espacio

- Subgrupo dentro de GIA (junto a otras líneas: diseño de aeronaves, ATM, drones...)
- Equipo multidisciplinar de profesores, investigadores y estudiantes + colaboradores (nacionales/internacionales)
- Enfoque en la investigación básica y aplicada, y la transferencia tecnológica
- Líneas:
 - Vigilancia Espacial (SSA)
 - Guiado, Navegación y Control (GNC)
 - Planificación y Optimización en Espacio
 - Análisis y Diseño de Misión



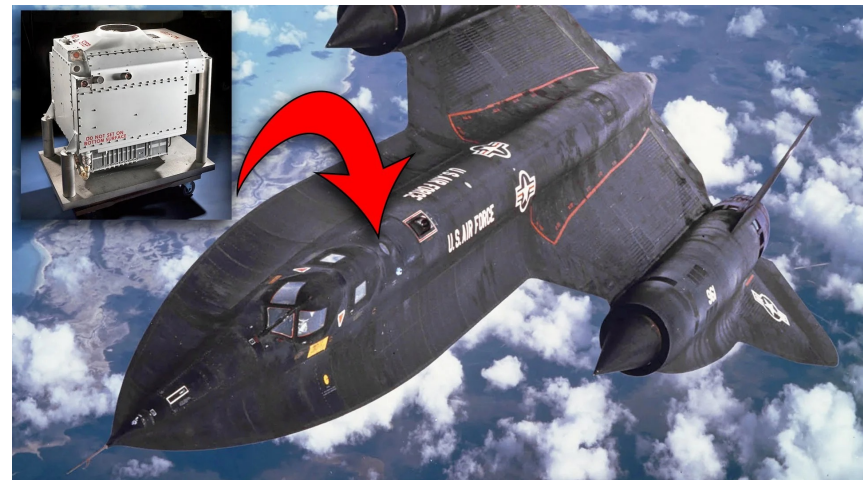
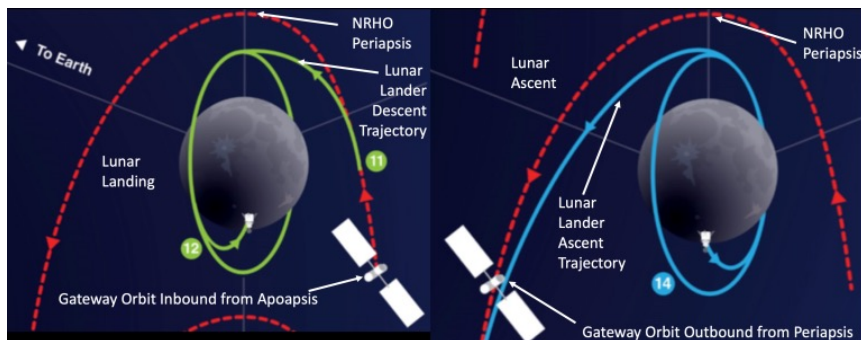


Vigilancia Espacial (SSA)

- 2020: Proyecto S3T en colaboración con Indra
 - Análisis del comportamiento de satélites en órbita baja (LEO): Detección de maniobras y modelos de incertidumbre usando el radar S3TSR
- **6 proyectos pedidos en recientes convocatorias (AEE, ESA, AFOSR).**
- **1 Tesis doctoral defendida**
- **1 Tesis en la ETSi en curso**
- **1 Doctorado industrial en ROA**

Guiado, Navegación y Control (GNC)

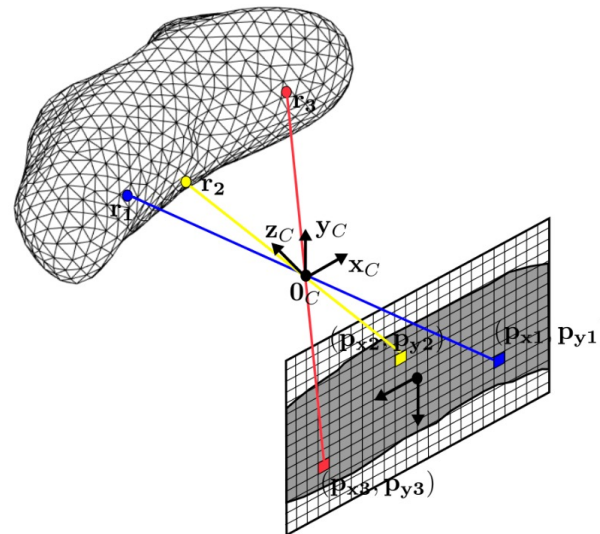
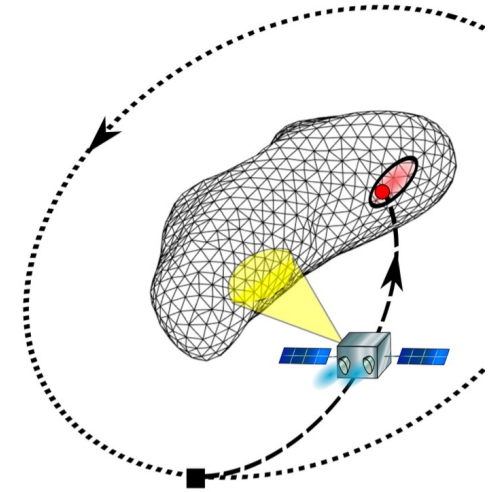
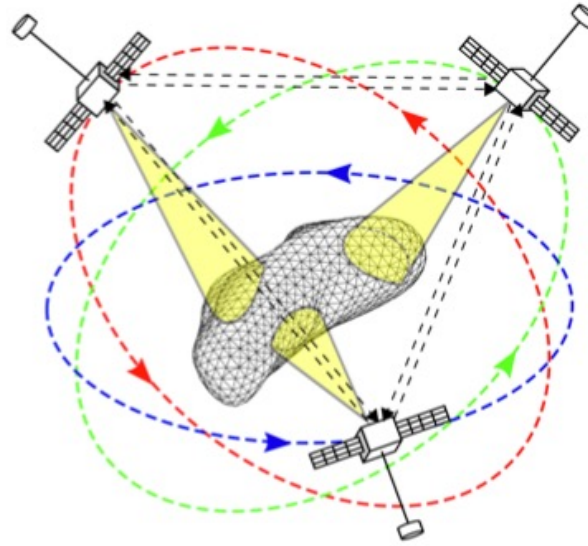
- Desde 2009: Investigación básica en MPC robusto para rendezvous
- 2022-2024: Eliminación activa de basura espacial
- Extensiones a órbita Halo (Gateway)
- **Doctorado industrial en SENER**
- **Proyecto sobre navegación astroinercial con TII (Abu Dhabi) para drones en entornos GPS denegados**



SR-71 "R2-D2" (años 60)

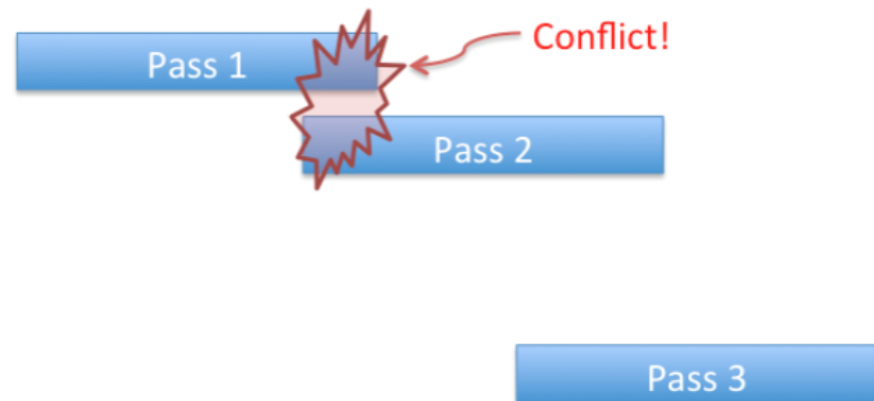
Guiado, Navegación y Control (GNC)

- Procesado de imágenes filtrado/machine learning para **estimación de campos gravitatorios de asteroides**



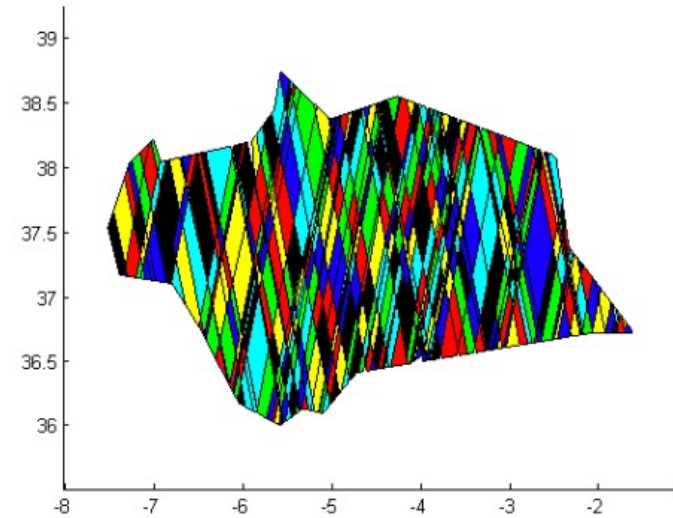
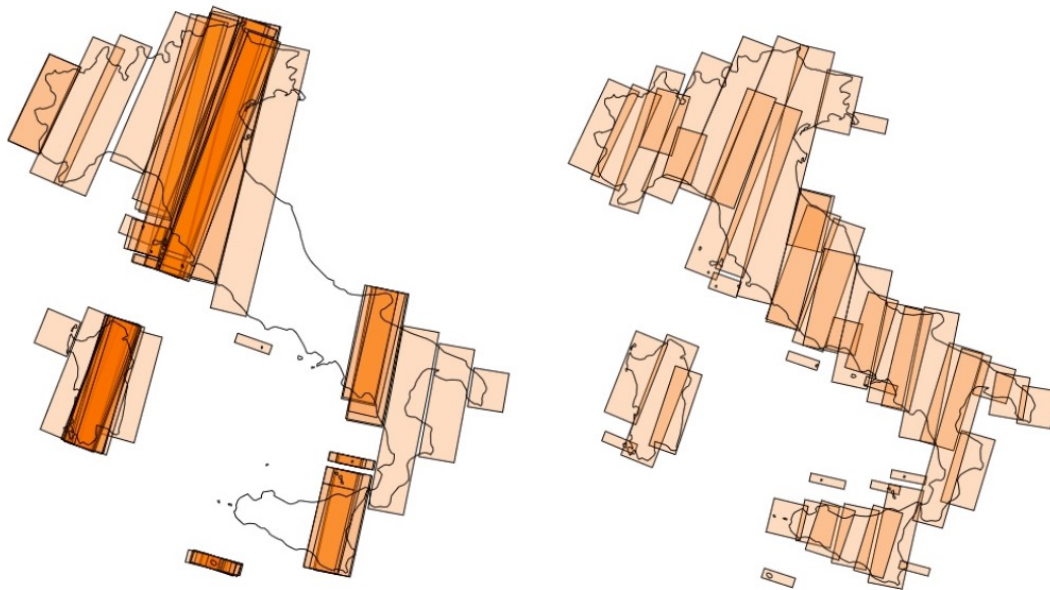
Planificación y Optimización en Espacio

Optimización de la programación de adquisiciones y la asignación de antenas. Proyecto con KSAT (mayor operador civil de antenas en el mundo)



Planificación y Optimización en Espacio

Planificación de adquisiciones de satélites para cubrir un área: Taitus Software, Planet, **Deimos**

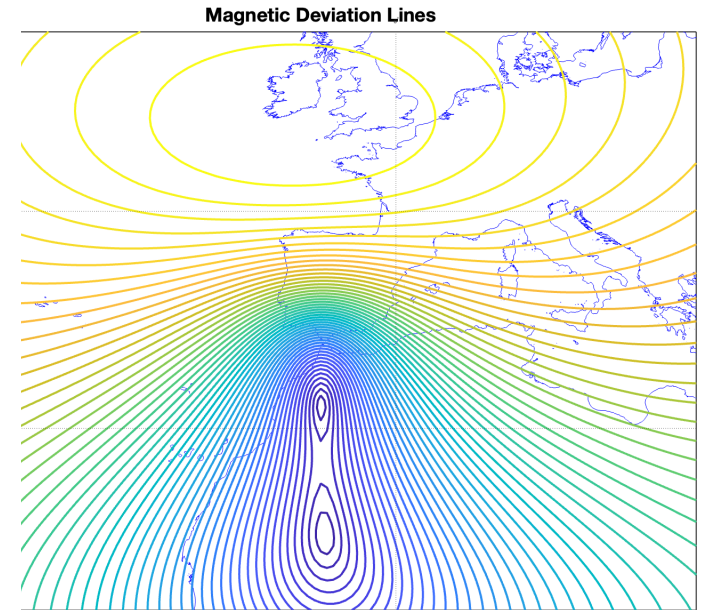


Análisis y Diseño de Misión

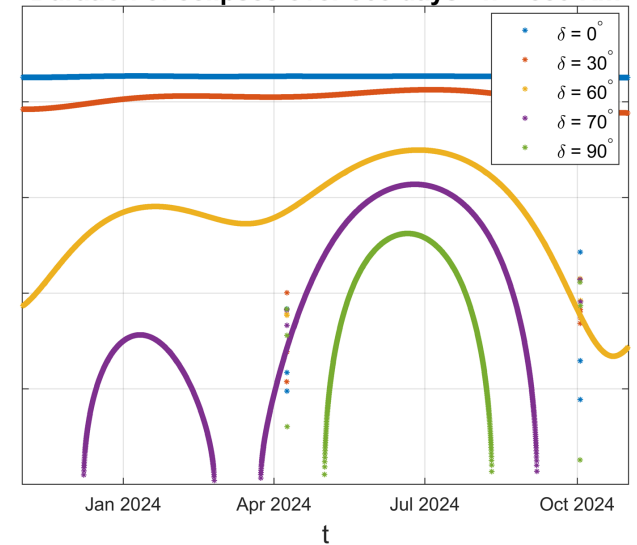
Análisis y Diseño de Órbita

Análisis de actitud: ADCS

Misión Alpha



Duration of eclipses over 365 days - h = 550 Km





cve



indra

Vigilancia Espacial

¿Qué es la Vigilancia Espacial?

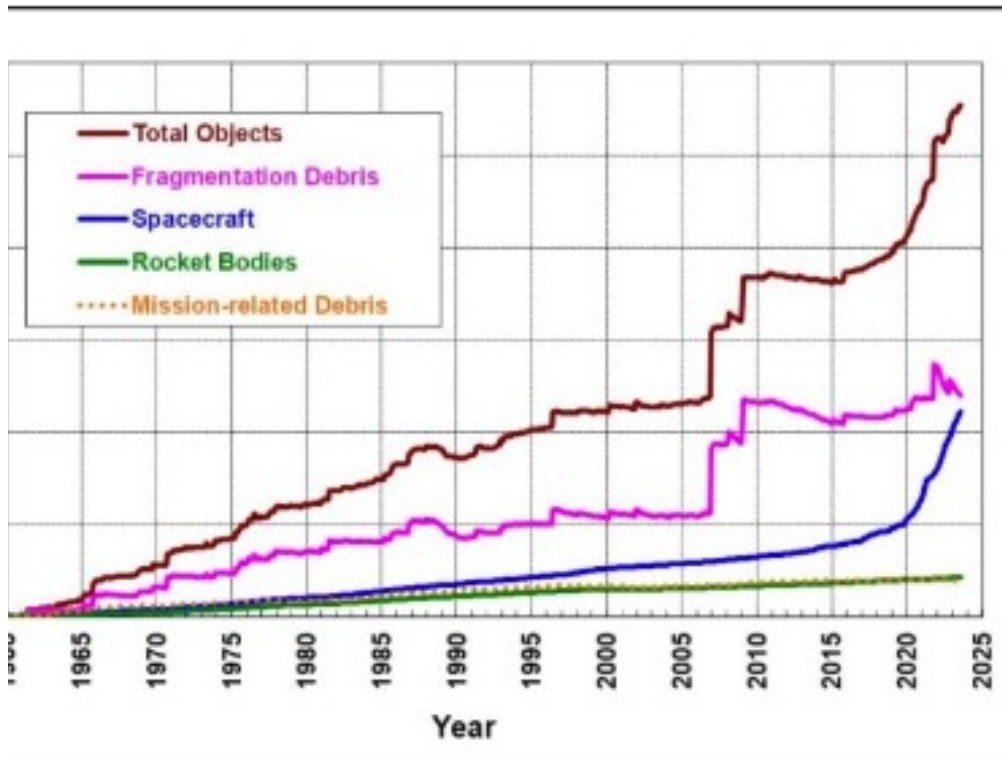
1. La vigilancia espacial es la disciplina que se ocupa de la detección, seguimiento, catalogación y análisis de objetos artificiales (y naturales) en órbita alrededor de la Tierra.
2. Objetivos principales:
 1. Garantizar la seguridad de los satélites operativos y las misiones espaciales, incluso de la propia Tierra (NEOS)
 2. Prevenir colisiones entre objetos espaciales
 3. Monitorizar la reentrada de objetos a la atmósfera terrestre
 4. Estudiar y caracterizar la basura espacial
 5. Estudiar el “clima” espacial (Space Weather)



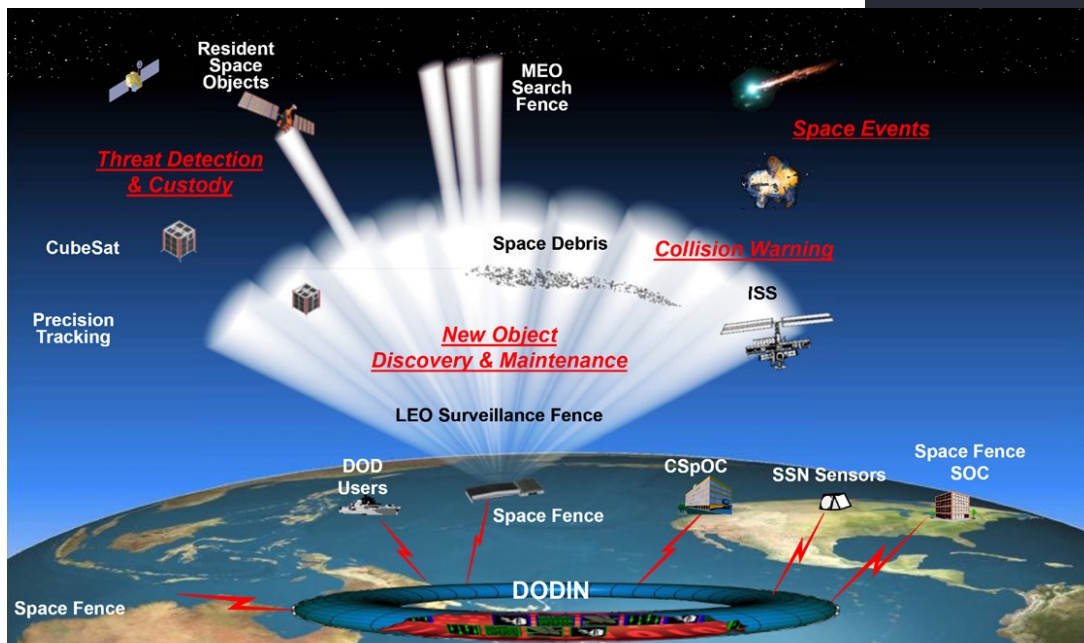
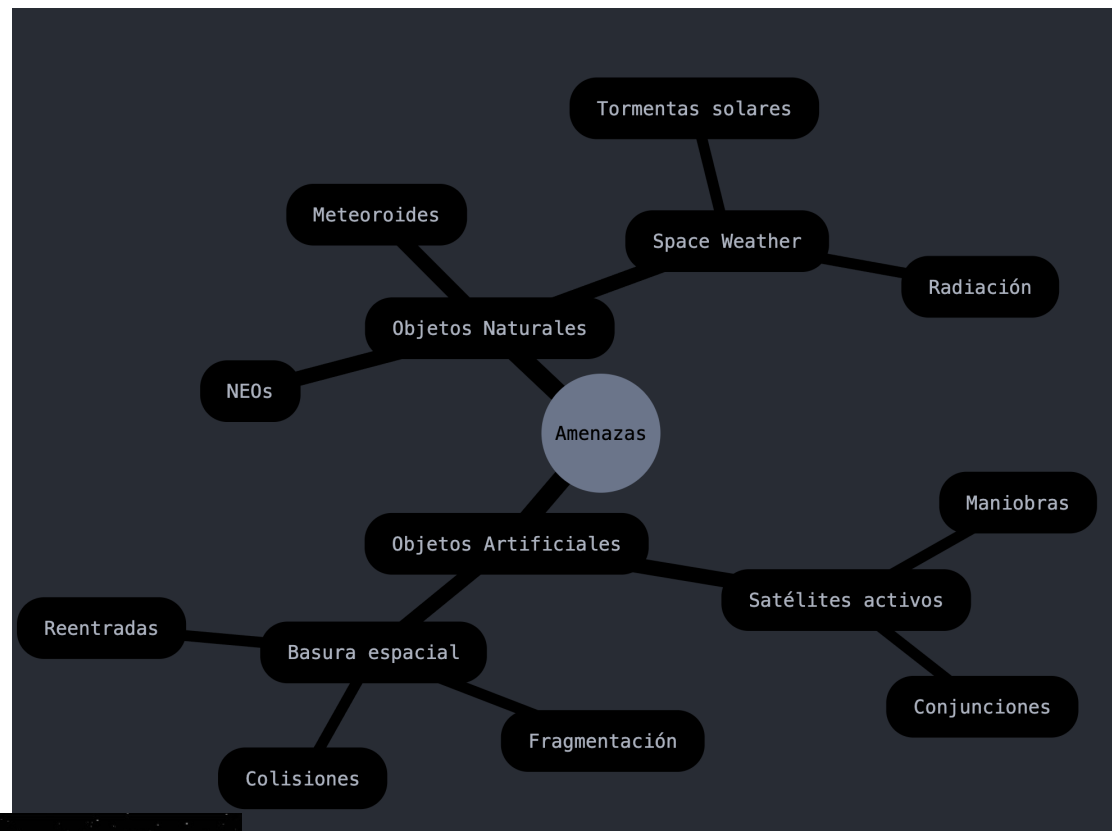
Importancia de la Vigilancia Espacial

Aumento de lanzamientos y acumulación de basura espacial han hecho crucial:

1. Proteger la infraestructura espacial crítica
2. Asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las actividades espaciales
3. Evitar el "**síndrome de Kessler**" (reacción en cadena de colisiones)



SSA Space Surveillance and Awareness



- Environment Domain Awareness
 - Natural
 - Artificial
 - Efectos combinados
- Necesidad de vigilancia continua
- Servicios críticos en riesgo



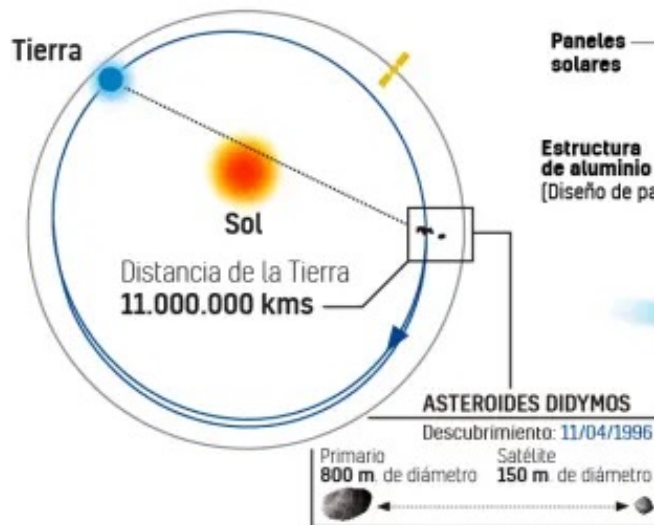
El evento de Chelyabinsk en 2013

AMENAZAS NATURALES DESDE EL ESPACIO

- Asteroides cercanos a la Tierra (NEOs)
- Meteoroides
- Cometas
- Sistemas de detección y seguimiento
- Misión DART: Primera defensa planetaria

La primera misión para defender el planeta

EL DESTINO DE LA MISIÓN SERÁ EL SISTEMA BINARIO DE ASTEROIDES DIDYMOS

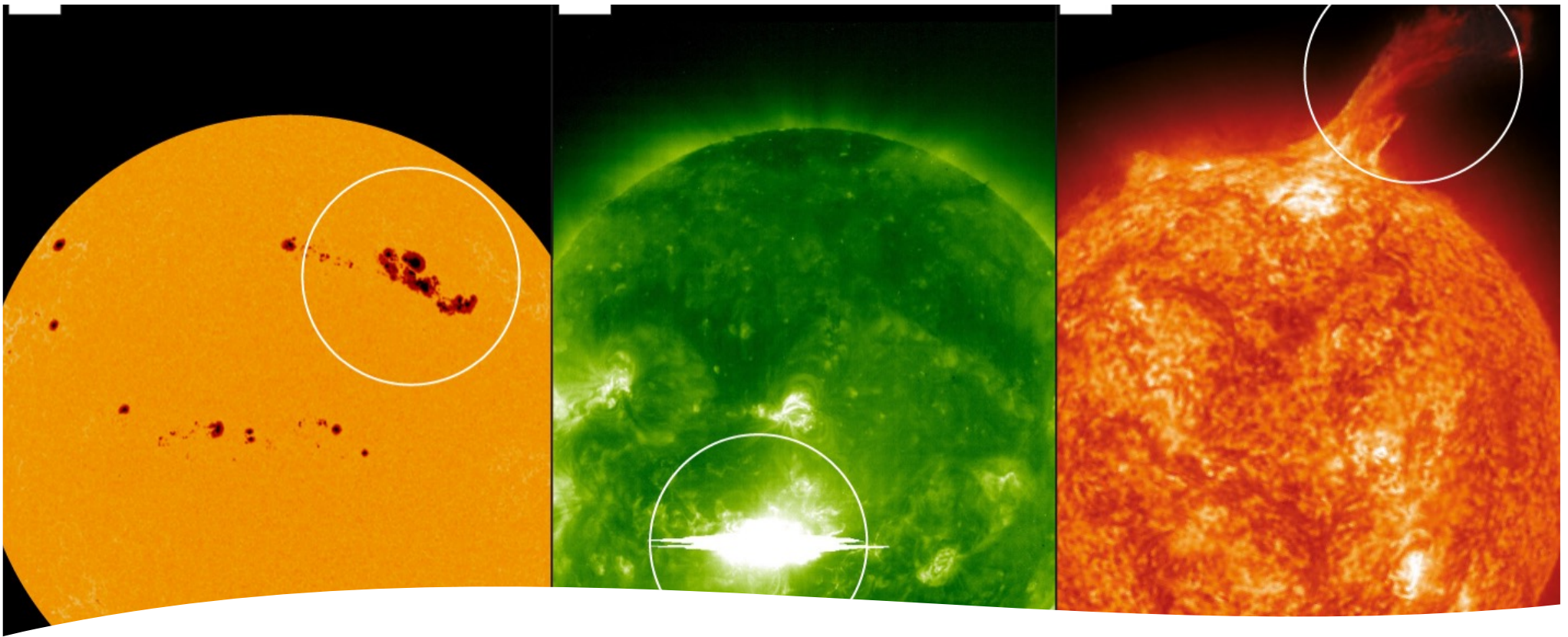


Así es la nave

DART (Double Asteroid Redirection Test)



Nombre de la misión: Hera
Agencia Espacial Europea (ESA)
Objetivo: Estudio de los efectos del impacto de la misión DART de la NASA sobre un asteroide como prueba de la tecnología para desviar este tipo de objetos en un futuro.



Space Weather

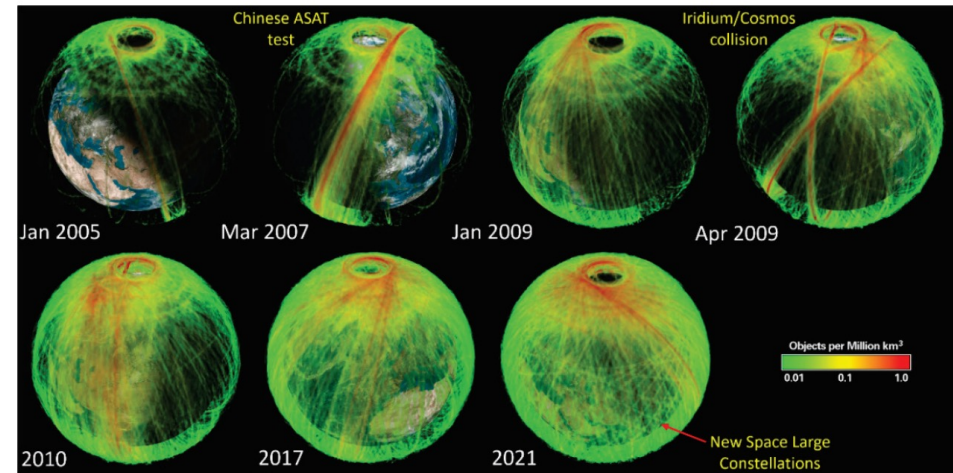
- El Sol como fuente de perturbaciones: Ciclo Solar 25 (2019-2030), pico de actividad esperado: 2024-25
 - Eyecciones de masa coronal
 - Tormentas geomagnéticas
 - Radiación solar
- Impactos en sistemas espaciales y terrestres
 - Starlink 2022: pérdida de 40 satélites
 - GPS: errores de posición de hasta 100m
 - Apagones: Quebec 1989
- Sistemas de alerta temprana:
 - Red de satélites SOHO, SDO, DSCOVR
 - Tiempo de aviso: 15-60 minutos



CONJUNCIONES Y COLISIONES

- Población de objetos catalogados
 - >30,000 objetos > 10cm
 - 1,000,000 objetos > 1cm
 - >150,000,000 objetos > 1mm
- Proceso de análisis de conjunciones
 - Detección
 - Evaluación
 - Mitigación
 - >100 alertas diarias
 - 4+ maniobras evasivas/año por misión
- Caso ASAT 2007 (>3000 fragmentos), Iridium-Cosmos (>2000 fragmentos)

Puntos de inflexión



Reentradas

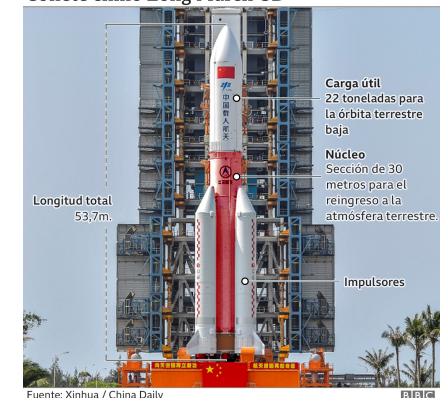
- Proceso de reentrada atmosférica
- Predicción de trayectorias (cada dos semanas reentrada >1 tonelada, 2-4 reentradas no controladas/mes)
 - Incertidumbres (2-3 órbitas, 1000s km)
 - Zonas de riesgo
- Coordinación internacional
- Ejemplo reciente: Long March 5B (2023): 23 toneladas



Predicted ground track of CZ-5B's orbit on May 8-10



Cohete chino Long March-5B





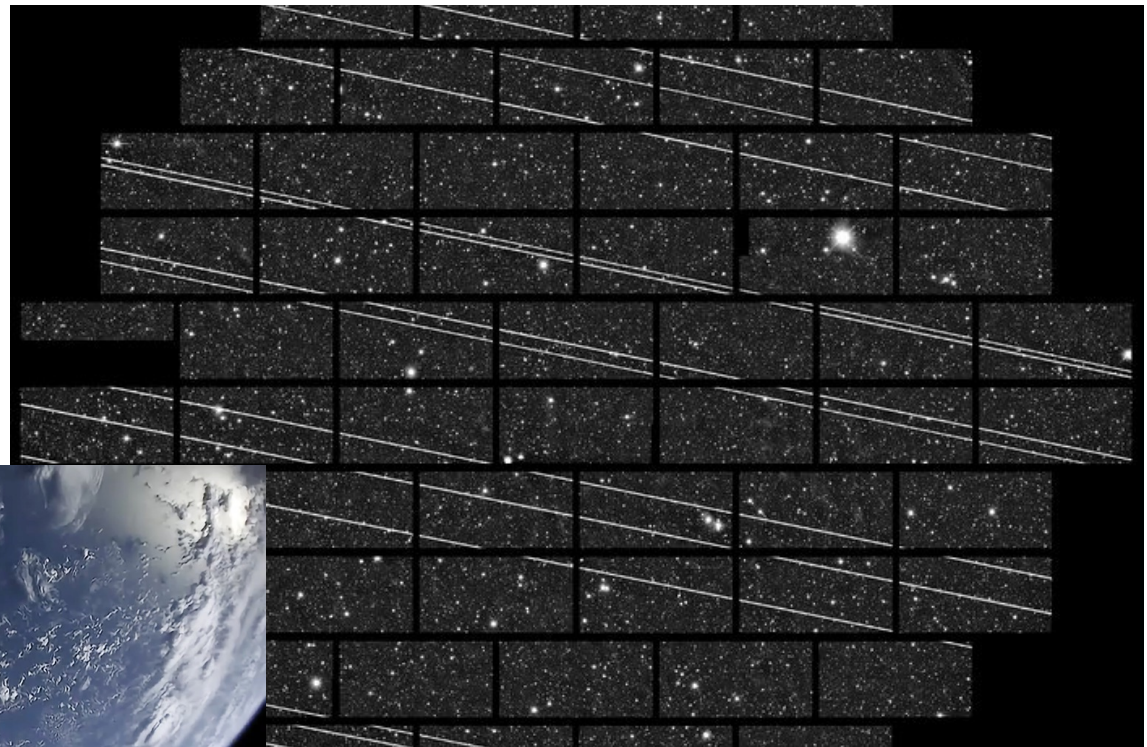
VIGILANCIA ESPACIAL EN ACCIÓN



- Red de sensores
 - Radares (>10 cm LEO)
 - Telescopios ópticos (>50cm GEO)
 - Laser (<1cm)
- Procesado de datos (>1.000.000 obs/día)
- Servicios operacionales (actualización catálogo cada 8h, pred. conjunciones 7 días vista)
- Coordinación internacional: US Space Force, EU SST

EL FUTURO DE LA VIGILANCIA ESPACIAL

- Retos emergentes
 - Megaconstelaciones (>100,000 nuevos satélites 2025-30)
 - Nuevos usos del espacio
- Tecnologías futuras
 - Machine Learning para catalogación
 - Sensores distribuidos en minisatélites
 - Procesado automático de imágenes
- Sostenibilidad espacial: regulación internacional, retirada de basura espacial





Cátedra de Vigilancia Espacial

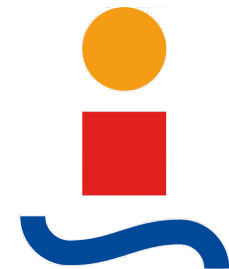
- Colaboración entre la Universidad de Sevilla e INDRA
- Objetivos: investigación, formación y transferencia tecnológica
- Promoción de la excelencia y el talento en el ámbito de la vigilancia espacial y el espacio en general
- Formación en nuevas tecnologías



Acciones y Actividades de la Cátedra

- Organización de eventos, seminarios y talleres.
- **Becas y premios para estudiantes y jóvenes investigadores**
- Difusión y comunicación de resultados, divulgación
- Formación del profesorado: e.g. cursos de IA generativa





Escuela Técnica Superior de
INGENIERÍA DE SEVILLA

Master en Operación de
Sistemas Espaciales

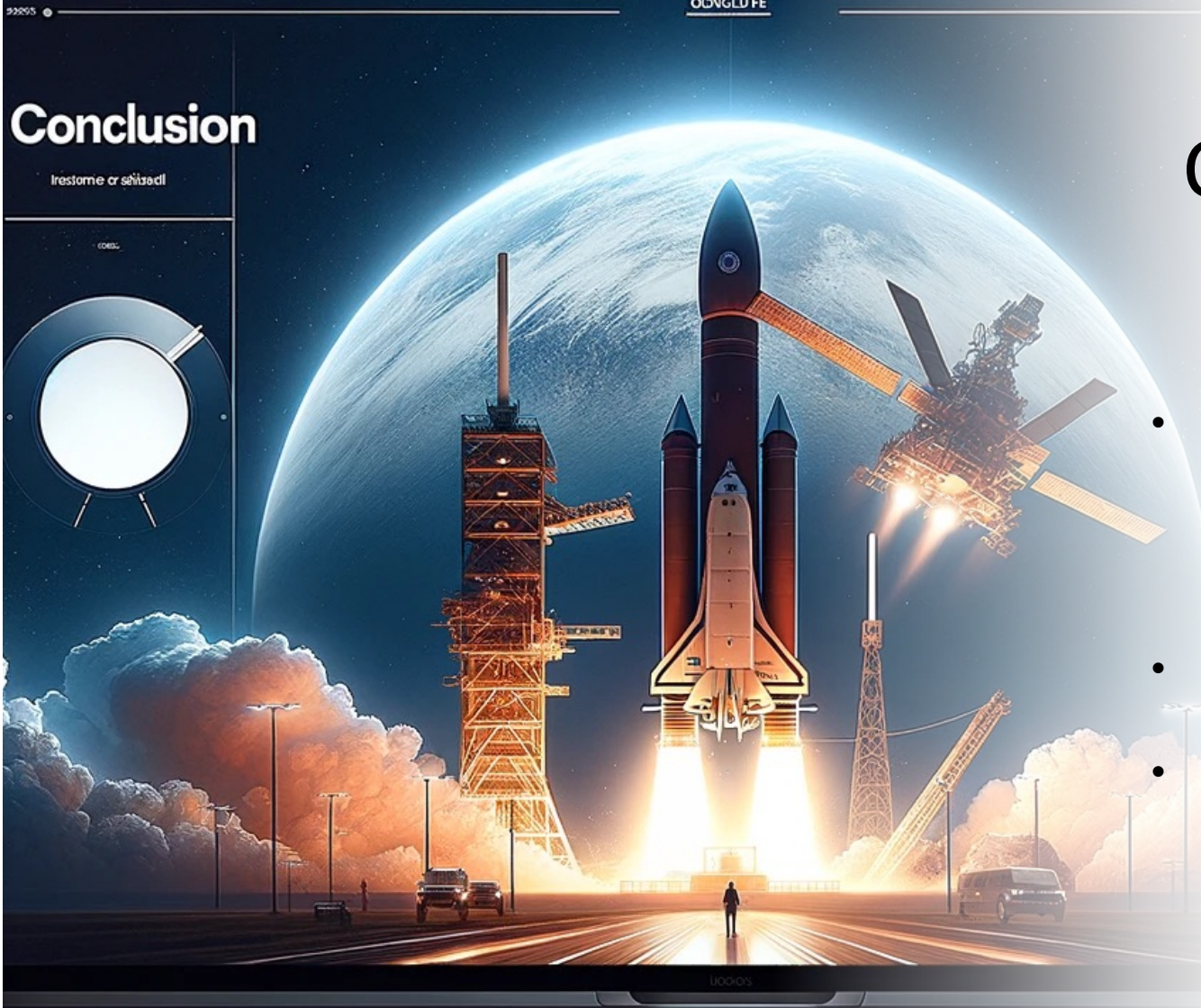
Conclusion

Irestome cr sñitsoedl

00000



00VGLUFE



00000

Resumen y Conclusiones

- La ETSi como referente en investigación (GIA y otros grupos) y formación para generar talento joven en Ingeniería Espacial
- Importancia e interés de la Vigilancia Espacial
- Impacto en el desarrollo del sector espacial en Sevilla y España

Gracias por su Atención

Contacto:
rvazquez1@us.es



Rafael Vazquez
Professor of Orbital
Mechanics at Universi...

