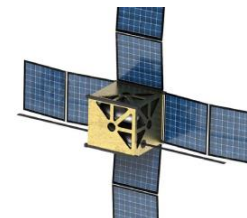
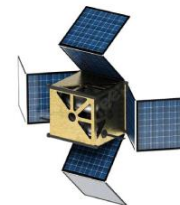




PLAN DE TRABAJO 2022-2030

CENTRO DE DESARROLLO AEROESPACIAL



Ing. Jorge Gómez Villarreal

Mayo de 2022



El Centro de Desarrollo Aeroespacial CDA-IPN

Origen y fundación

ORIGEN:

En abril de 2012, se crea el Centro de Desarrollo Aeroespacial del Instituto Politécnica Nacional a partir de la fundación de la Agencia Espacial Mexicana, en la que participaron en forma destacada personal del IPN, con las siguientes características;

Dependencia directa del Director General del IPN, con los siguientes propósitos y objetivos:

- Asesorar al titular de la Dirección General del Instituto para el desarrollo de sus funciones como miembro de la Junta de Gobierno de la Agencia Espacial Mexicana;
- Establecer un Comité Asesor, presidido por el Director(a) del IPN y la participación de los Secretarios de Investigación y Posgrado; Académico; de Extensión e Integración Social, el Director del Centro, un Director de escuela, centro o unidad académica de enseñanza y/o de investigación consecuente, así como un investigador destacado en la materia;
- Debiendo ser diferente en su estructura y funcionamiento de las correspondientes a los centros de investigación que operan en el ámbito de la Secretaría de Investigación y Posgrado.



Objetivos principales

- **CONTRIBUIR** al desarrollo de una capacidad de respuesta institucional, consecuente en ámbitos como:
- **FORMACIÓN** de recursos humanos de alto nivel en el campo aeroespacial;
- **IMPULSAR** el desarrollo industrial, de tecnologías e innovación asociadas, fomentar la cooperación nacional e internacional en este campo;
- **IMPLEMENTAR** los mecanismos que permitan la regulación y divulgación en el campo aeroespacial;
- **INCLUIR** las telecomunicaciones y áreas afines como un factor importante de su operación;
- **ASUMIR** lo consecuente, en cuanto hace a la coordinación de las acciones institucionales en materia aeroespacial;
- **ASESORAR** a las autoridades institucionales en materia aeroespacial;
- **ESTIMULAR Y ORGANIZAR** las actividades aeroespaciales del Instituto;
- **COORDINAR** las acciones y presencia institucional exterior en el campo aeroespacial, con una visión unificada;
- **CONTRIBUIR** al fomento y desarrollo de la industria aeroespacial mexicana;
- **PARTICIPAR Y/O REPRESENTAR** al Instituto en su vinculación nacional y externa en esta materia;
- **DIVULGAR** acciones y programas que en el ámbito del Instituto se realicen en esta materia;



Entorno nacional e internacional en el ámbito espacial

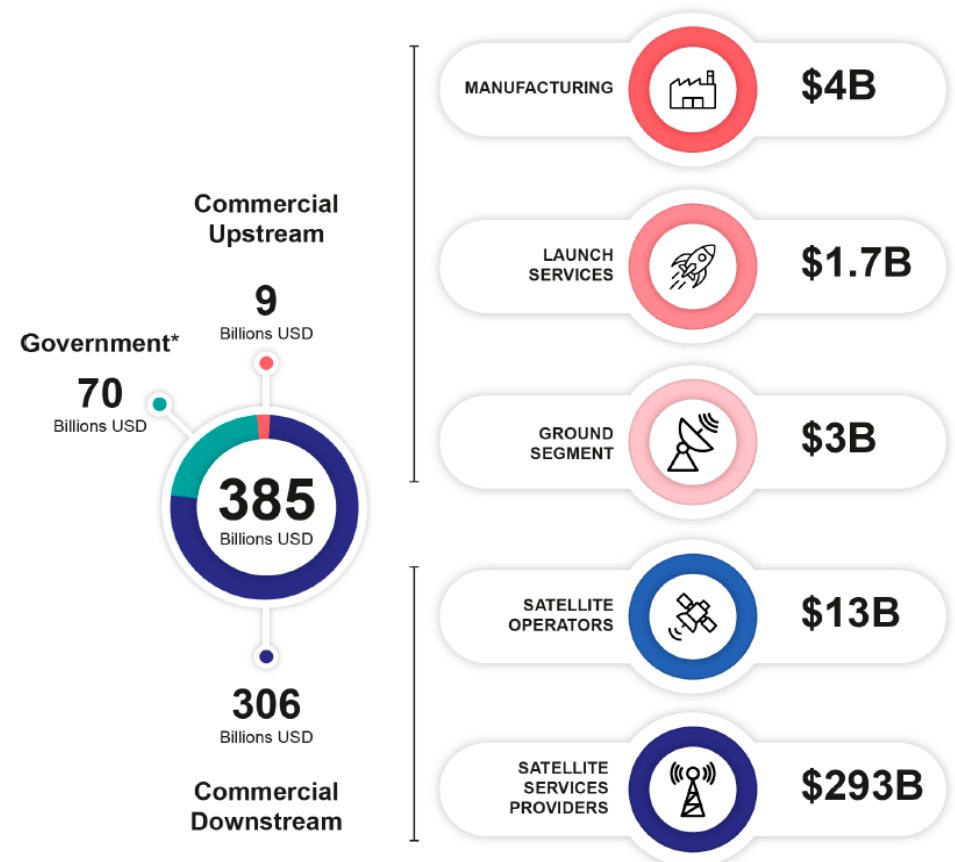
- Desde sus inicios, el desarrollo de la actividad espacial tuvo **objetivos de interés público relacionados con la seguridad nacional, la ciencia y la exploración del espacio**. En años recientes, en materia espacial se ha incrementado la participación de los sectores público y privado por la capacidad de este último para contribuir al crecimiento económico y al desarrollo tecnológico de los países que han incursionado en este campo.
- El sector espacial **impulsa el avance científico y tecnológico** impactando en los campos estratégicos como: telecomunicaciones, transporte, medio ambiente, energía, agricultura, defensa y seguridad nacional, entre otros.
- Es una **fuerza de competitividad** de las naciones que impulsa la innovación tecnológica y su impacto en el desarrollo social.
- Los satélites, como uno de los elementos del sector espacial **contribuyen al desarrollo de la astronomía y la exploración del espacio**, así como ser un instrumento para la transmisión de señales para la televisión, las comunicaciones de telefonía, datos en entornos rurales y un apoyo importante en situaciones de desastre.
- En la economía del espacio se identifican los mercados **Upstream** (cadena de valor ascendente), de operadores y **Downstream** (cadena de valor descendente), de prestadores de servicios. En el primer mercado se engloba a la industria dedicada a la construcción de instalaciones del Segmento Terrestre y el Segmento de Vuelo. Los operadores centran su actividad en el uso de las instalaciones y equipos espaciales para uso civil o militar. En el segundo mercado se consideran las aplicaciones y servicios satelitales.



Entorno nacional e internacional en el ámbito espacial

- En 2020, la economía espacial global se estimó en un total de \$385 billones de dólares, consistente en fondos gubernamentales para apoyar sus actividades espaciales, así como ingresos de espacios comerciales que son de empresa a gobierno o de empresa a empresa. Los presupuestos para los programas espaciales del gobierno totalizaron \$83 mil millones de dólares, de los cuales se estimó que \$13 mil millones se contratarían para servicios comerciales. Estos no se vieron afectados por el COVID, pero sí ciertos segmentos de la cadena de valor, lo que resultó en una disminución de los ingresos del 2% en comparación con 2019. Los ingresos de la actividad espacial que se comercializan se estimaron en \$315 mil millones de dólares en el año de referencia.

Referencia: Euroconsult 2020.



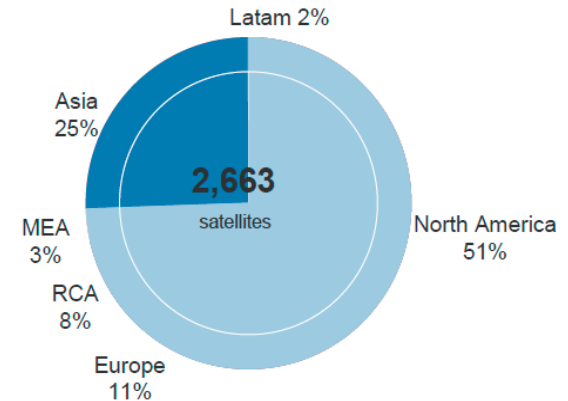
* Excluding expenditures on commercial services (downstream)

Los satélites pequeños para Observación de la Tierra y propósitos de uso tecnológico

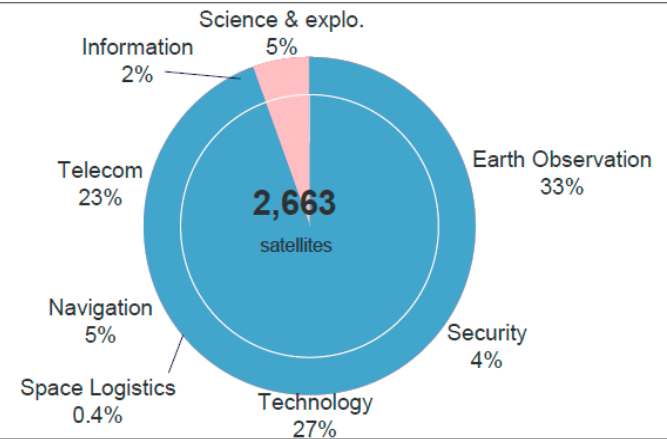
- ❖ Un total de 2,663 satélites fueron lanzados en todo el mundo por agencias gubernamentales y clientes comerciales durante la década, con un promedio anual de 266 unidades durante 2010-2019.
- ❖ Los clientes comerciales y los gobierno representan el 47% y el 38% de los 2,663 satélites lanzados durante la década, respectivamente.
- ❖ La Observación de la Tierra es la aplicación más grande con 880 satélites lanzados durante 2010-2019; seguido por los tecnológicos (729) y los de comunicaciones (609). Estos tres representan el 83% del total.
- ❖ Durante el periodo de referencia, Estados Unidos y Asia lanzaron un total de 2,023 satélites, en su mayoría por empresas comerciales. El liderazgo lo tiene EU con una participación de (929) satélites comerciales lanzados, de los cuales 606 se lanzaron los últimos 3 años por la empresa Starlink.

Referencia: Euroconsult 2020.

Satellites launched by region of operators (2010-2019)



Satellites launched by application (2010-2019)





Perspectivas

- ❖ En la economía del espacio ha surgido el término de **industria espacial** como una industria diversa y en crecimiento, que abarca inicialmente la fabricación y desarrollo de equipo de lanzamiento, equipo satelital, equipo para apoyar a los astronautas (como trajes espaciales), y equipo que podría usarse en misiones espaciales. Actualmente, se incluye el turismo espacial, en donde ya no son astronautas los pasajeros, sino que los clientes pagan para participar en viajes espaciales por placer. El impacto significativo en el crecimiento del sector a nivel mundial se ha logrado por la acción concertada entre el gobierno, la empresa privada y la ciencia desarrollada en la academia.
- ❖ En el futuro inmediato se espera que se mantenga un crecimiento acelerado del sector espacial, por la incorporación de más países interesados en el espacio, la participación de capital privado que impulsa la innovación y la tecnología espacial, para generar el círculo virtuoso del crecimiento económico. Se observará la privatización del espacio en donde las empresas privadas innovadoras se proponen desarrollar misiones más ambiciosas como el regreso a la Luna, la colonización de Marte y la minería espacial.
- ❖ Otras tendencias identificadas es la convergencia de disciplinas y tecnologías hacia la miniaturización de componentes y sistemas espaciales con menos consumo de energía y mejoría en su almacenamiento para prolongar las misiones más seguras y económicas. El uso de constelaciones de satélites pequeños tipo **CubeSat** para diversas aplicaciones como observación de la Tierra, comunicaciones de banda ancha, navegación, entre otras. También, se considera la reutilización de los lanzadores para la reducción de costos y favorecer el acceso al espacio de más empresas interesadas. Esta tendencia requiere de nuevas formas de colaboración entre los gobiernos, empresas, academia y sociedad. Favoreciendo su impulso con políticas de fomento, establecer la regulación adecuada para que países emergentes participen y obtengan los beneficios de la actividad espacial.



Principales proyectos y actividades

- El CDA y la UNAM, participaron en el diseño, construcción, pruebas y puesta a disposición de la empresa lanzadora el nanosatélite CubeSat de tres unidades, denominado PAINANI II propiedad de la Secretaría de la Defensa Nacional, el cual actualmente se encuentra en la órbita que se le asignó.
- Representantes del CDA han participado en el Comité Técnico de Normalización Nacional del Espacio (COTENNE) de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, así como en el Comité Técnico en materia de Espectro Radioeléctrico (CTER) del Instituto Federal de Telecomunicaciones.



Otros proyectos desarrollados

PROYECTO INSTITUCIONAL CDA:

- Desarrollo de un mecanismo para despliegue de paneles solares en un Nano-satélite tipo CubeSat de 1U.
- Proyectos Interinstitucionales - multidisciplinarios
- Plataforma científica para experimentos de baja altitud “PEGASUS-4”.
- Desarrollo de una carga útil compatible con el estándar Cubesat para fines de exploración atmosférica:Tepeu-1.
- Análisis de compatibilidad de interfaces para integración del módulo primario de carga útil para el satélite Tepeu-1.
- Diseño y desarrollo del módulo suborbital EMIDSS-3 y EMIDSS-3C (a desarrollar del año 2021 al 2022).

Proyectos AEM-CONACYT:

- Modelo de posicionamiento y compensación para la implementación de una plataforma Gough-Stewart con aplicación a una terminal portátil de comunicación satelital.



Proyectos en desarrollo

- El CDA está desarrollando, prioritariamente, el proyecto del nanosatélite CubeSat de tres unidades denominado IPN SAT 1, el cual se describe por separado.
- Proyectos AEM-CONACYT
- Integración y pruebas de certificación del módulo tecnológico “XiPE-1” (a desarrollar del año 2019 al 2022).
- Los proyectos registrados ante la SIP para realizarse durante 2022, los cuales están en proceso de autorización por parte de la SIP, son los siguientes:
- Diseño e integración de un módulo de cómputo a bordo para aplicaciones aeroespaciales basado en tecnología PSoC.
- Diseño y desarrollo de subsistemas de navegación de un nanosatélite en configuración tipo FiatSat.
- Desarrollo e implementación de un algoritmo paralelo en OpenMP para detección de texturas en imágenes de carga satelital.
- Propagación electromagnética en medios materiales dependientes del tiempo para aplicaciones en comunicaciones aeroespaciales.
- Diseño y manufactura de un sistema de depósito por recubrimiento giratorio.
- Desarrollo de una arquitectura reconfigurable de ruedas de reacción para el control de actitud de satélites CubeSat.
- “Análisis de la Percepción del Riesgo de Terremotos en las Zonas Altamente Sísmicas de México”.



FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- **Especialización**
 - Maestría, Diplomado, Especialidad
 - Nanosatélites
- **Capacitación**
 - Cursos, Talleres, Seminarios, Congresos, entre otros.
- **Divulgación**
 - Carteles, Folletería, Competencias, Conferencias, entre otros.
- **Internacionalización**
 - Convenios con otras Universidades líderes en este campo
 - Posgrados especializados en el extranjero
 - Programas de Intercambio
 - Movilidad
 - Estancias



Proyectos a desarrollar

Formación de Recursos Humanos

I P N		Apoyo de Unidades Externas	
Subsistema	Unidad Institucional	Nacional	Internacional
Carga Útil	CITEDI, ESIME Tic, ESIME Cul.	UNAM, CICESE, UABC, BUAP, entre otras	Universidad Politécnica de Madrid, KARI (Agencia Espacial de Corea), KIT (Instituto tecnológico de Kiushu, Japón), Reino Unido, Rusia, entre otros
Estructura	ESIME Tic,		
Computadora	CIC, ESCOM		
Energía	ESIQIE, ESFM		
Telecomunicaciones	ESIME Zac, ESIME Cul, LaNTA		
Estabilidad y control	CINVESTAV, UPIITA		
Ingeniería de Sistemas	UPIICSA, ESIE Zac.		



Acciones de vinculación

- Desde su creación, el CDA ha reconocido la importancia de participar en entidades con interés en materia espacial y de telecomunicaciones a fin de poder acceder a la información y al conocimiento actualizado para el desarrollo de sus proyectos y actividades en general. Dicha participación se ha planteado y desarrollado a nivel Nacional, Internacional, Regional y directamente con otros países.
- En función de lo anterior, se considera intensificar y, en su caso, iniciar la participación con las siguientes entidades, mismas que se reúnen periódicamente durante el año, lo cual requiere, en algunos de los casos, la asignación de recursos financieros:

ENTIDADES DE NORMALIZACIÓN Y REGULACION INTERNACIONALES



INSTITUCIONES ACADÉMICAS



AGENCIAS ESPACIALES Y ENTIDADES ASOCIADAS



ENTIDADES DEL GOBIERNO FEDERAL



ORGANIZACIONES GREIALES



INSTITUCIONES DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN





Acciones de divulgación

- Observación, difusión y divulgación de información en materia Aeroespacial, por diversos medios de impresos y digitales, así como la organización y participación en eventos específicos de carácter institucional y colaborativos de diversa índole y magnitud.
- Difundir los resultados de los foros atendidos.
- Mantener actualizado el sitio informativo relativo a las menciones en la gaceta IPN de las acciones llevadas a cabo en el CDA.
- Impresión de diferentes materiales relativos a acciones, informes, proyectos y publicidad de actividades relacionadas al CDA.

AREA DE EDICIÓN E IMPRESIONES

- Equipar un área con el equipo suficiente que permita que el CDA pueda diseñar, imprimir y publicar aquellos documentos y material complementario que permita su difusión.



Proyecto IPN Sat 1, CubeSat de 3 unidades

- El Proyecto consiste en **diseñar, construir, probar, poner en órbita y operar un nano satélite de 3 unidades, tipo CubeSat**. Este Satélite se encuentra en desarrollo de acuerdo con las normas CubeSat definidas específicamente para este tipo de satélites.
- Para definir la carga útil y el objetivo de la misión se realizaron una serie de encuestas entre diversos Centros de Investigación del propio Instituto llegándose a la conclusión de que la carga útil sería una cámara de percepción remota a fin de obtener un índice de vegetación que permita detectar la salud de las plantas.
- Se ha previsto su desarrollo durante un periodo de 3 años, con la participación de un grupo de investigadores de diferentes Escuelas, Centros y Unidades del Instituto.



Diseño, construcción y operación de un satélite pequeño

- Se planea desarrollar un Satélite pequeño de aproximadamente (50 Kg.) y su posible integración en una constelación.
- Entre los objetivos buscados se pretende el desarrollo colaborativo con instituciones Nacionales e Internacionales, tales como la Agencia Latinoamericana y Centroamericana del Espacio y la Agencia Espacial Mexicana.
- Se considera el desarrollo de carga útil al servicio de telecomunicaciones. Así como promover el trabajo colaborativo Nacional e Internacional y promover la capacitación y divulgación.



Laboratorios que se requieren para los proyectos mencionados

El desarrollo de los Proyectos de Investigación requiere de los servicios de Laboratorios e Instalaciones que permitan la experimentación, prueba e integración de las partes o subsistemas, que conforman los satélites.

- Para tal efecto, requerimos los laboratorios siguientes:
 - Laboratorio de Energía, Potencia Satelital y Control Térmico
 - Laboratorio de Estabilización y Control de apuntamiento Satelital
 - Laboratorio de Instrumentación Aeroespacial y ensayos Suborbitales.
 - Laboratorio de Integración y pruebas Aeroespaciales.
 - Laboratorio de Comunicaciones
 - Laboratorio de pruebas de Termovació



Requerimientos esenciales para impulsar la operación del CDA

- Dotar de instalaciones y laboratorios adecuados consecuentes para el desarrollo del proyecto aeroespacial Politécnico.
- Contratar los tecnólogos necesarios para el desarrollo de los diferentes programas y proyectos del Centro.
- Regularizar los nombramientos de los funcionarios del Centro.
- Contar con recursos financieros suficientes para una adecuada operación del CDA.



Proyectos prioritarios (institucionales)

- **Infraestructura operativa**

- Dotación de la infraestructura operativa; incluyendo: edificación, laboratorios, recursos humanos y financieros.

- **Formación de Recursos Humanos**

- Programa de entrenamiento de recursos humanos en diseño y construcción de satélites pequeños (CubeSat)

- **Tecnología**

- Desarrollo de capacidades para el diseño, construcción, pruebas y operación de sistemas satelitales:

- **Vinculación y regulación**

- Promoción del Centro de Excelencia de Telecomunicaciones (soporte de la UIT).